Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene
und -technologie – Fachrichtung Fleischhygiene –
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Untersuchungen zur fleischhygienischen Unbedenklichkeit und fütterungstechnischen Einsetzbarkeit eines Tierkörperhomogenisates aus einer Tierkörperbeseitigungsanstalt in der Schweinemast

INAUGURAL-DISSERTATION
Zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Josef Schulze Wettendorf
Tierarzt aus Nordwalde / Kreis Steinfurt

Berlin 1985
Journal-Nr. 1240

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene
und -technologie – Fachrichtung Fleischhygiene –
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Untersuchungen zur fleischhygienischen Unbedenklichkeit und fütterungstechnischen Einsetzbarkeit eines Tierkörperhomogenisates aus einer Tierkörperbeseitigungsanstalt in der Schweinemast

INAUGURAL-DISSERTATION
Zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Josef Schulze Wettendorf
Tierarzt aus Nordwalde / Kreis Steinfurt

Berlin 1985
Journal-Nr. 1240

Gedruckt mit Genehmigung

des Fachbereiches Veterinärmedizin

der Freien Universität Berlin

Fachbereichssprecher:	Prof. Dr. F. Hörchner
Erster Gutachter:	Prof. Dr. G. Reuter
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. Dr. h.c.K. Bronsch

Tag der Promotion: 21. Juni 1985

Meiner Mutter

INHALTSVERZEICHNIS

A. EINLEITUNG 1

B. LITERATUR 3

1. Verwertung von Schlachtnebenprodukten und gefallenen Tieren nach ihrer Aufbereitung in der Schweinemast 3

1.1. Rechtliche Grundlagen der Verwertung von Tierkörpern, Tierkörperteilen und tierischen Erzeugnissen in der Tierernährung 3

1.2. Aufgliederung und mengenmäßiger Anfall an Schlachtnebenprodukten 4

1.3. Rohnährstoffgehalte, Mengen- und Spurenelemente in Schlachtnebenprodukten 6

1.4. Aufbereitungsverfahren zu Fütterungszwecken 6

1.4.1. Frische Schlachtnebenprodukte 6

1.4.2. Säurekonservierte Schlachtnebenprodukte 8

1.4.3. Erhitzte, flüssige Endprodukte 8

1.4.4. Getrocknete Endprodukte 10

1.4.5. Kostenfaktoren in TBA's bei unterschiedlichen Technologien 14

1.5. Anwendung von Schlachtnebenprodukten in Fütterungsversuchen (Modell- und Feldversuche) unter Berücksichtigung von Verdaulichkeit und Futterwert sowie Auswirkung der Verfütterung dieser Erzeugnisse auf die Mastleistung der Schweine 15

1.5.1. Frische Schlachtnebenprodukte 15

1.5.2. Nichterhitzte, silierte Schlachtnebenprodukte 16

1.5.3. Erhitzte, flüssige Endprodukte 16

1.5.4. Getrocknete Endprodukte 19

1.5.5. Einsatz von Tierkörperfetten 21

1.6. Einflüsse auf die Akzeptanz und Futteraufnahme 23

2. Rohnährstoffgehalte einiger Futtermittel tierischer Herkunft 24

2.1. Proteinqualität der in TBA's erzeugten Futtermittel in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren und der Rohwarenzusammensetzung 26

3. Rückstandsproblematik und toxikologische Aspekte bei Erzeugnissen aus Schlachtnebenprodukten und verendeten Tieren 28

3.1. Belastung durch Biozide und Umweltchemikalien 28

3.2. Thermostabilität von Antibiotika/Chemotherapeutika 30

3.3. Kontaminationen während des Produktionsprozesses 34

3.4. Originäre bakterizide Substanzen in Schlachtnebenprodukten und verendeten Tieren 35

3.5. Vorkommen des Botulismustoxins in Kadavern und dessen mögliche Inaktivierung 36

4. Mikrobiologische Aspekte 37

4.1. Mikroorganismen in Rohware 37

4.2. Mikrobiologischer Status bei bakteriologischen Stufenkontrollen in TBA's 38

4.3. Mikroorganismen in Futtermitteln tierischer Herkunft aus TBA's 41

4.4. Aspekte zur bakteriologischen Untersuchung hitzebehandelten Materials 44

4.5. Konservierung von Futtermitteln tierischer Herkunft durch Propionsäure 44

5. Parasitologische Risiken der Verfütterung von Schlachtabfällen 46

6. Tenazität tierpathogener Viren in Schlachtabfällen 46

7. Auswirkung der Verfütterung von aufbereiteten Schlachtnebenprodukten und Futterfetten auf Mast- und Schlachtleistung sowie auf die substantielle Beschaffenheit der Schlachttierkörper 47

8. Einfluß der Fettfütterung auf die Fettsäurezusammensetzung des Körperfettes bei Mastschweinen 50

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN 52

1. Material und Methoden 52

1.1. Rohmaterialien und Herstellungsverfahren des Tierkörperhomogenisats in der Tierkörperbeseitigungsanstalt 52

1.2. Handhabung des Tierkörperhomogenisats durch den Tierhalter 55

1.2.1. Transport und Lagerung 55

1.2.2. Herstellung des Flüssigfutters im Mastbetrieb 55

1.3. Nährwertanalysen ausgelieferter Tierkörperhomogenisatchargen 57

1.3.1. Probenmaterial und -entnahme 57

1.3.2. Untersuchungsmethoden 57

1.4. Mikrobiologische Untersuchungen 58

1.4.1. Probenmaterial und -entnahme 58

1.4.2. Untersuchungsmethoden zur Erfassung der wesentlichen Keimgruppen im Probenmaterial der TBA und der Betriebe I + II 62

1.4.3. Identifizierung der anaeroben gasbildenden Keimflora 65

1.4.4. Untersuchungsmethoden zur Erfassung der anaeroben Keimflora aus Probenmaterial der Betriebe III - IX 66

1.5. Untersuchungen auf Hemmstoffe 66

1.5.1. Untersuchungen auf Hemmstoffe in Tierkörperhomogenisat 66

1.5.1.1. Probenmaterial und -entnahme 66

1.5.1.2. Hemmstofftest nach Anlage 4 AB.A zum FlBG als Agargel-Diffusions-Lochtest 67

1.5.2. Untersuchungen auf Hemmstoffe im Schlachttierkörper 67

1.5.2.1. Probenmaterial und -aufbereitung 67

1.5.2.2. Hemmstofftest nach Anlage 4 AB.A zum FlBG 68

1.5.3. Identifizierungsversuche der im Hemmstofftest antibakteriell wirkenden Substanzen 68

1.5.3.1. Modellversuche zur Thermostabilität einiger Antibiotika/Chemotherapeutika 68

1.5.3.2. Hemmstofftest nach Anlage 4 AB.A zum FlBG unter Verwendung von Referenzsubstanzen (Fettsäuren) 70

1.5.3.3. Anwendung chemisch-physikalischer Methoden 70

1.6.	Schwermetallrückstände in Tierkörperhomogenisat	70
1.6.1.	Probenmaterial und -entnahme	70
1.6.2.	Aufbereitung und Nachweismethoden	71
1.7.	Biozide im Tierkörperhomogenisat, Tierkörpermehl und Tierkörperfett	71
1.7.1.	Probenmaterial und -entnahme	71
1.7.2.	Aufbereitung und Nachweismethode	72
1.8.	Überprüfung der Mastleistung während der Versuchsperiode	72
1.8.1.	Haltung und Fütterung der Versuchstiere	72
1.8.2.	Gewichtsermittlung	72
1.8.3.	Durchfallhäufigkeit	73
1.8.4.	Tierverluste	73
1.8.5.	Berechnung der mittleren Mastdauer	73
1.9.	Untersuchungen zur substantiellen Beschaffenheit von Muskulatur und Organen der Mastschweine	74
1.9.1.	Bestimmung der allgemeinen Fleischqualitätsparameter (pH-Wert, Rigor, Wasserbindungsvermögen) für Schweineschlachttierkörper	74
1.9.2.	Schlachttierkörperbewertung	76
1.9.3.	Sensorische Bewertung	77
1.9.3.1.	Auswahl des Probenmaterials	77
1.9.3.2.	Triangeltest, gekoppelt mit bewertender Prüfung	77
1.9.4.	Gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters im Futterfett des Tierkörperhomogenisates	80
1.9.5.	Gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters im Rückenspeck von Versuchs- und Kontrolltieren	82
1.10.	Biozidrückstände in Schlachttierkörpern	83
1.10.1.	Probenmaterial und -entnahme	83
1.10.2.	Aufbereitung und Nachweismethode	83
1.11	Erhebung abweichender pathologisch-anatomischer Befunde an Schlachttierkörpern	83

2. ERGEBNISSE

2.1.	Ergebnisse der Nährwertanalysen	84
2.1.1.	Trockensubstanz- und Rohnährstoffgehalte	84
2.1.2.	Mengenelementgehalte	84
2.1.3.	Spurenelementgehalte	84
2.1.4.	Aminosäurengehalte	85
2.2.	Mikrobiologische Befunde	88
2.2.1.	Keimgehalt des Tierkörperhomogenisates nach Herstellung in der Tierkörperbeseitigungsanstalt	88
2.2.2.	Keimgehalte des Tierkörperhomogenisates nach Lagerung im Betrieb I und II	90
2.2.3.	Keimgehalt der Tupferproben von Oberflächen der Transport- und Lagerbehälter	95
2.2.4.	Keimgehalt des Flüssigfutters im Betrieb I	95
2.2.5.	Anaeroben-Keimgehalt des Tierkörperhomogenisates nach Lagerung in den Betrieben III-IX	100
2.2.6.	Anaeroben-Keimgehalt in Tierkörpermehl	101
2.3.	Ergebnisse der Hemmstoffuntersuchungen	102
2.3.1.	Antibakterielle Wirkungen von Tierkörper-homogenisat	102
2.3.2.	Thermostabilität einiger häufig therapeutisch eingesetzter Antibiotika/Chemotherapeutika während des Autoklavierungsprozesses	103
2.3.3.	Versuche zur Identifizierung der positiven Hemmstoffreaktionen	105
2.3.4.	Befunde beim Hemmstofftest gemäß Anlage 4 AB.A zum FlBG mit Muskulatur- und Organproben	109
2.4.	Schwermetallrückstände in Tierkörperhomogenisat	109
2.5.	Biozidrückstände	110
2.5.1.	Biozide in Tierkörperhomogenisat	110
2.5.2.	Biozide in Tierkörpermehl	110
2.5.3.	Biozide in Tierkörperfett	110
2.5.4.	Biozide in Schlachttierkörpern	110
2.6.	Mastleistungen der Versuchstiere während der Fütterungsperiode	113
2.6.1.	Mastleistung	113
2.6.2.	Tierverluste	119
2.6.3.	klinische Beobachtungen	121
2.7.	Pathologisch-anatomische Befunde	123

2.8.	Substantielle Beschaffenheit der Schlachttierkörper	124
2.8.1.	Allgemeine Fleischqualitätsparameter (pH-Wert, Rigor, Wasserbindungsvermögen)	124
2.8.2.	Handelsklasseneinstufung	129
2.8.3.	Ergebnisse der sensorischen Tests	130
2.8.3.1.	Muskulatur	130
2.8.3.1.1.	Triangeltest- Muskulaturproben	130
2.8.3.1.2.	Bewertende Prüfung-Muskulaturproben	131
2.8.3.2.	Rückenspeck	135
2.8.3.2.1.	Triangeltest-Rückenspeck	135
2.8.3.2.2.	Bewertende Prüfung-Rückenspeck	135
2.8.4.	Fettsäuremuster des Rückenspecks von Versuchs- und Kontrolltierschlachtkörpern	137
2.8.5.	Fettsäuremuster des Futterfettes aus Tierkörperhomogenisat	138
D. DISKUSSION		142
E. SCHLUSSFOLGERUNGEN		159
F. ZUSAMMENFASSUNG		162
G. SUMMARY		168
H. LITERATURVERZEICHNIS		174

A. EINLEITUNG

Die bei der Tierproduktion anfallenden verendeten bzw. beschlagnahmten Tierkörper (Seuchen, Krankheiten usw.) sowie die bei der Schlachtung und bei der weiteren Fleischverarbeitung auftretenden Schlachtnebenprodukte werden in der Bundesrepublik Deutschland z.Z. in 82 Spezialbetrieben, z.B. Tierkörperbeseitigungsanstalten oder Knochenverarbeitungsbetriebe, verwertet. Die hygienische Beseitigung dieser Schlachtnebenprodukte und Tierkörper stellt für die nach Landesrecht zuständigen Körperschaften öffentlichen Rechtes einen großen Kostenfaktor dar. Die Verarbeitung zu tierischen Futtermitteln (Tierkörpermehl, Knochenschrote, Blutmehl, Federmehl, Tierkörperfett u.a.) erfolgt unter hohem Kapital- und Energieaufwand (Trocknung); häufig wird hierbei auch die Umwelt stark belastet (Luftverunreinigung, Abwasserbelastung, Rückstände). Neuere Technologien zur Herstellung kostengünstigerer Zwischenprodukte der Tierkörper- und Schlachtabfallbeseitigung werden gewünscht, erprobt und gelegentlich auch schon eingesetzt. Eine solche kostengünstige Verarbeitung von Schlachtnebenprodukten (Knochen, Blut, Borsten, Panseninhalt u.a.) und Tierkörpern wird seit Juli 1982 in der Tiermehlfabrik Mettingen durchgeführt.

In der vorliegenden Arbeit sollte die hygienische und fleischqualitätsmäßige Unbedenklichkeit des Einsatzes eines in dieser Tierkörperbeseitigungsanstalt hergestellten, flüssigen Zwischenproduktes "Tierkörperhomogenisat" in der Schweinemast überprüft werden, um damit einen ökologisch vertretbaren und ökonomisch vorteilhaften, technologischen Verarbeitungsprozeß von primär wasserreichen Rohstoffen als Alternative zur Herstellung von Trockenprodukten zu ermöglichen.

Das Ziel der Untersuchungen war, Bedenken gegen den Einsatz des "Tierkörperhomogenisates" in der Schweinemast zu überprüfen. Deshalb wurden folgende Sachverhalte untersucht: (1.) Verlauf der Keimanreicherungen bzw. Rekontaminationen bei Lagerung des Tierkörperhomogenisats über mehrere Tage in Tierhaltungsbetrieben, (2.) Möglichkeit der Steuerung der Keimanreicherungs- bzw. Rekontaminationsflora durch Konservierungsmittel,

(3.) Feststellung möglicher Hemmstoffgehalte, die in die Rohware durch verendete Tiere oder Konfiskate eingebracht werden, (4.) Erfassung der Rückstandsbelastung durch Schwermetalle und Pestizide, (5.) Feststellung möglicher Auswirkungen des Tierkörperhomogenisats auf die substantielle Beschaffenheit von Muskulatur und Organen sowie auf die Mast- und Schlachtleistung der Versuchstiere, (6.) Feststellung möglicher Schädigungen der Magen-Darm-Schleimhaut durch Haar- und Knochenteile im Tierkörperhomogenisat, (7.) Überprüfung einer möglichen Standardisierung der Inhaltsstoffe des Tierkörperhomogenisats anhand von Nährwertanalysen.
Ernährungsphysiologische Aspekte (Verdaulichkeit der Inhaltsstoffe, Futterwert) konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelt werden.

B. L I T E R A T U R

1. Verwertung von Schlachtnebenprodukten und gefallenen Tieren nach ihrer Aufbereitung in der Schweinemast

1.1. Rechtliche Grundlagen der Verwertung von Tierkörpern, Tierkörperteilen und tierischen Erzeugnissen in der Tierernährung

Nach dem Tierkörperbeseitigungsgesetz (TierKBG) vom 2. Sept. 1975 ist die unschädliche Beseitigung von Tierkörpern, Tierkörperteilen und tierischen Erzeugnissen durch Tierkörperbeseitigungsanstalten vorzunehmen. Die Verwertung von Tierkörperteilen kann auch in Spezialbetrieben i. S. des § 6, Abs. 2 Nr. 2 TierKBG erfolgen, wobei der Grundsatz des § 3 TierKBG gewahrt werden muß. Außerdem erlauben die derzeitigen Vorschriften eine Verwertung von Tierkörperteilen in Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieben mit eigener, dem Betrieb unmittelbar angeschlossenen Anlage, in der Verfahren wie in einer TBA angewendet werden, oder auch durch im Einzelfall behördlich zu genehmigende Verfütterung. Für den im Rahmen der Schlachtung aus dem Magen bzw. Vormagen entfernten Inhalt gilt das Abfallbeseitigungsgesetz vom 11. Jan. 1977. Bei einer möglichen Verwertung des Magen- bzw. Vormageninhaltes in der Tierernährung ist das Tierseuchengesetz vom 28. März 1980 und das Futtermittelgesetz vom 2. Juli 1975 anzuwenden.

Um eine hygienisch einwandfreie Behandlung der Rohstoffe (Tierkörper, Tierkörperteile, tierische Erzeugnisse) zu gewährleisten, ist gesetzlich eine Hitzesterilisation vorgeschrieben (§ 5 TierKB-Anstalten-Verordnung vom 1. Sept. 1976). Schlachtabfälle, Tierkörper u. a. müssen nach Erhitzung mindestens 20 min. lang bei einer Temperatur von 133° C und einem Druck von 3 bar unter ständigem Umrühren heiß gehalten werden.

Die bei der Verarbeitung dieser Rohware anfallenden Endprodukte unterliegen bei Einsatz in der Tierproduktion der Futtermittel-Verordnung vom 8. April 1981. In der Anlage 1 zu §§ 3 - 7, 9 sind die als Einzelfuttermittel tierischen Ursprungs zugelassenen Produkte aufgeführt. Zur Zeit sind folgende Einzelfuttermittel, die aus Tierkörpern oder Tierkörperteilen hergestellt sind, zugelassen: Blutmehl, hydrolysiertes Federmehl, Fleischfuttermehl, getrockneter Fleischknochenextrakt, Fleischknochenmehl, Futterknochenschrot, getrocknete, fettreiche Geflügelschlachtabfälle, Küchenabfälle, hydrolysierte Schlachtabfälle, raffiniertes Tierfett,

Tierfett, Tierlebermehl, Tiermehl, fettreiches Tiermehl, Knochenasche, Knochenfuttermehl.

1.2. Aufgliederung und mengenmäßiger Anfall an Schlachtnebenprodukten

VANSELOW (1970) teilte die Schlachtnebenprodukte folgendermaßen ein:

Schlachttierabgang		Nebenprodukte	
genießbar	ungenießbar	aus dem Schlachttierkörper	sonstige
Zunge	Haut/Fett	Knochen	Drüsen
Lunge	Borsten/Haar	Sehnen	Hirnanhangdrüse
Herz	Klauen	Schwarten	Zirbeldrüse
Leber	Hörner	Fettabschnitte	Schilddrüse
Schlund	Mageninhalt	Köpfe	Bauchspeichel-drüse
Luftröhre	Darminhalt	Ohren	Nebennieren
Restgeschlinge	Pansenschabsel	Spitzbeine	Hoden
Bries	Darmschleim	Schwänze	Eierstock
Milz	Gallenblase		Gebärmutter
Nieren	Gallenflüssig-keit		
Magen			
Därme			
Blase	obligatorische		
Blut	Konfiskate:		
Euter, behandelt	Hoden		
Hirn	Rute		
Rückenmark	Euter, unbehan-delt		
Schlachtfette	Scheide		
Köpfe (Rind, Kalb, Schaf)	Tragsack		
Unterfüße, be-handelt	Augen		
Kopfhäute	Ohrenausschnitte		
	Mandeln		
	Unterfüße, unbe-handelt		

Im Jahre 1979 fielen insgesamt 3.155.000 to der oben angeführten Schlachtnebenprodukte an. Hiervon wurden ca. 30 % (= 950.00 to) in Tierkörperbeseitigungsanstalten verarbeitet. 1981 betrug die Verarbeitungsmenge an Schlachtabfällen 740.000 to, davon 95.000 to Blut und 38.000 to Federn. Zusätzlich wurden 240.000 to Knochen in den 63 TBA's und 19 knochenverarbeitenden Betrieben verwertet (LURCH, 1982).

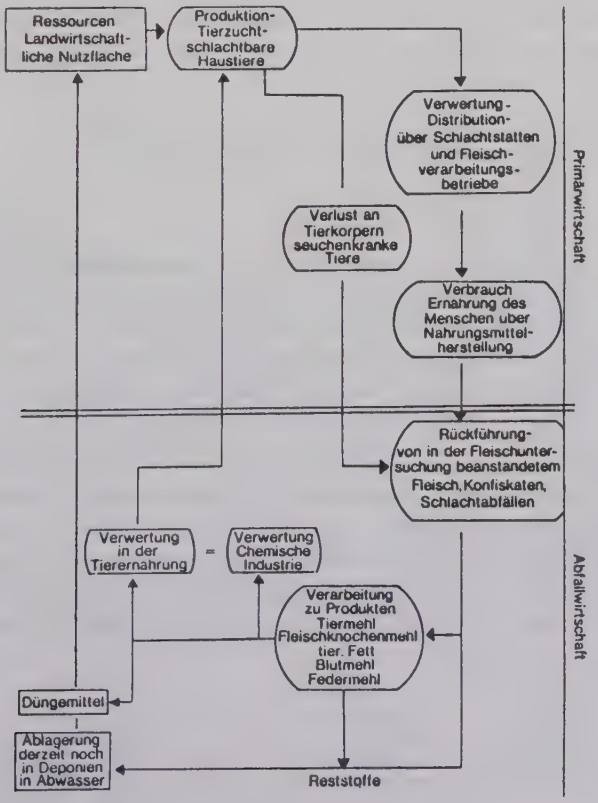
Bei jeder gewerblichen Schlachtung fallen beim Schwein ca. 51 kg, beim Rind 288 kg Schlachtnebenprodukte an. Hiervon werden in TBA's ca. 25 kg der Nebenprodukte einer Schweineschlachtung und ca. 20 kg der Nebenprodukte einer Rinderschlachtung verarbeitet (BRAUN, 1983).
Am Rohwarenaufkommen einer TBA stellen verendete bzw. beschlagnahmte Tierkörper einen Anteil von durchschnittlich 15 % der Rohware dar, wobei dieser prozentuale Anteil in den einzelnen Einzugsbereichen sehr unterschiedlich ist.

Ein Übersichtsschema von WENS (1980) zeigt den Kreislauf der Verwertung in Tier-, Fleisch- und Futtermittelproduktion.

Abb. 1

Kreislauf der Verwertung in der Tier-, Fleisch- und Futtermittelproduktion

Der Doppelstrich trennt die Primärwirtschaft von der Sekundärwirtschaft (nach WENS, 1980).



1975 erließ die deutsche Bundesregierung ein Abfallwirtschaftsprogramm mit Anweisungen für ein Recycling aller entstehenden Abfallstoffe. Rund 73 % der anfallenden Reststoffe aus der Schlachttierproduktion wurden zu diesem Zeitpunkt in Tierkörperbeseitigungsanstalten und anderen Spezialbetrieben verwertet. 27 % dieser Reststoffgruppe einschließlich des bei der Schlachtung anfallenden Blutes und Panseninhaltes bereitet bei der Wiederverwertung noch Schwierigkeiten. Durch technische Verbesserungen und Neuentwicklungen könnten weitere 21 % in Recyclingprozesse eingegliedert werden, so daß auf diesem Sektor eine optimale Recyclingquote von 94 % erreichbar wäre (STRAUCH, 1980; Umweltbundesamt, 1975).

1.3. Rohnährstoffgehalte, Mengen- und Spurenelemente in Schlachtnebenprodukten

Die Nebenprodukte der Schlachtung, die für die menschliche Ernährung nicht mehr Verwendung finden und gefallene Tiere weisen nicht unerhebliche Rohnährstoffgehalte auf, die für die Tierernährung nutzbar gemacht werden können. Tab. 1 gibt einige Nährstoff-, Mengen- und Spurenelementgehalte verschiedener Schlachtnebenprodukte an.

1.4. Aufbereitungsverfahren zu Fütterungszwecken

1.4.1. Frische Schlachtnebenprodukte

Zur Verfütterung von frischen Schlachtabfällen ohne Aufbereitungsverfahren wurden bislang Panseninhalt und Schweinemageninhalt zu Fütterungszwecken verwertet. BONGERT (1917) verfütterte Schweinemageninhalt zusammen mit gekochten Schlachtabfällen und Fett. Über eine Verfütterung von frischem Panseninhalt berichten PLATH (1915), BONGERT (1917), MOON et al. (1942), VISINESCU et al. (1972) und andere.

Da einer Verwendung von Schlachtnebenprodukten als Futterkomponenten in unbearbeitetem Zustand Hygiene- und Haltbarkeitsaspekte entgegenstehen, wurden Aufbereitungsverfahren vor der Verfütterung dieser potentiell infektiösen Materialien beschrieben. Als Aufbereitungsverfahren wurden die Silierung, die Hitzesterilisation mit anschließender Säurekonservierung oder die Hitzesterilisation mit anschließender Trocknung und Entfettung angeführt.

Tab.1 Rohnährstoffe, Mengen- und Spurenelemente in verschiedenen Schlachtabfallstoffen

(mittlere Rohnährstoffgehalte in % der ursprünglichen Substanz
mittlere Mengenelementgehalte in g/kg der -"-
mittlere Spurenelementgehalte in mg/kg der -"-)

		Rohnährstoffe						Mengenelemente					Spurenelemente			
Autor	Nebenprodukt	TrS	Rp	Rfe	NfE	Ra	Rfa	Ca	Mg	P	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn
GRUHN	Borsten	31,9	29,7	1,8		0,5		0,6		0,6			8,0	33,2	27,7	2,2
1975	Leber	27,5	19,6	4,1	2,5	1,3		0,07		3,32			10,8	69,9	58,1	3,1
	Lunge	20,1	15,1	3,0	1,0	1,0		0,14		1,66			0,9	12,6	112,2	0,2
	Uterus	15,7	13,3	0,8	0,7	0,9		0,07		1,24			1,3	9,9	31,4	0,1
	Genitalien	51,3	11,6	38,1	1,1	0,5		0,9		0,56			0,7	8,2	27,2	0,2
	Ohrenabschnitte	39,2	20,1	17,7	0,8	0,6		0,14		0,55			1,0	10,2	27,8	0,3
	Dünndarminhalt	9,0	3,5	0,9	2,5	1,5		0,8		0,65			3,3	11,5	79,3	9,6
	Dickdarminhalt	13,7	2,4	1,0	5,0	3,0		1,47		0,79			2,3		245,6	18,0
	Darmabschnitte	31,7	5,5	22,9	1,1	1,2		12,3		1,33			3,3	19,7	169,0	11,4
KAMPHUES	Pansen	22,4	11,6	7,8		1,0										
1980	Panseninhalt	11,0	1,8	0,3	4,2	1,4	3,3	0,8	0,13	0,6	2,4	1,0	3,2	12,3	78,1	11,4
	Schweinemagen	32,9	16,6	14,7		0,8										
	Schweinemageninhalt	22,5	3,2	0,8	13,9	1,5	3,1	1,1	0,2	0,9	0,9	1,0	12,6	48,4	148,1	12,6
	Darmrohr	56,1	9,1	43,2												
GRUHN	Frischblut	19,9	18,6	0,1	0,2	1,0		0,03		0,48			1,0	3,6	431,2	0,2
1982	frische Knochen	34,9	14,1	8,6	1,2	11,0										
	Geflügelschlacht-abfälle	30,3	21,4	5,0	1,2	2,3	0,4									

TrS: Trockensubstanz
Rp : Rohprotein
Rfe: Rohfett
NfE: stickstoffreie Extraktstoffe
Ra : Rohasche
Rfa: Rohfaser

1.4.2. Säurekonservierte Schlachtnebenprodukte

Die Konservierung von Schlachtnebenprodukten durch Säuren (pH-Wert-Erniedrigung) kann sowohl durch Milchsäuregärung (Silierung) als auch durch Zusatz von organischen bzw. anorganischen Säuren erfolgen.

SKOVGAARD (1978) schilderte ein Verfahren zur Herstellung von Geflügel- und Fischabfällen, wobei die gemahlene Rohware mit Schwefelsäure gemischt wurde, bis sich ein pH-Wert von 1,5 - 1,8 eingestellt hatte. Das Material wurde einer anschließenden mehrwöchigen Hydrolyse ausgesetzt.

Als weitere Schlachtnebenprodukte, die einem Silierungsprozeß unterworfen wurden, werden in der Literatur Panseninhalt bzw. Schweinemageninhalt genannt (KAMPHUES, 1980). Da der Konservierung von Panseninhalt durch Silierung die hohe Pufferkapazität, der niedrige Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten und der niedrige Trockensubstanzgehalt entgegenwirkten, setzten ANTHONY (1975), NILSON et al. (1965) und PROST et al. (1968) verschiedene Futter- bzw. Silierhilfsmittel wie Heu, Stroh, Zucker oder Melasse dem Panseninhalt zu.Nach Abpressen des Pansensaftes wurde Panseninhalt von WILSON et al. (1976) unter Zugabe von Gersten-Malz-Mehl bzw. Melasse einsiliert. Schweinemageninhalt wurde von PROST et al. (1968) einer Silierung unterzogen. KAMPHUES (1980) silierte Schweinemageninhalt unter 7 - 8%igem Zusatz von melassierten Trockenschnitzeln.

Bei einem weiteren alternativen Verfahren (RUHRMANN & PETERSEN, 1983) wurden starke Säuren eingesetzt. In einem bislang nur in labormäßigem Maßstab durchgeführten Verfahren wurden kolloidal gelöste Proteine bestimmter Schlachtnebenprodukte (Blut, Panseninhalt) und zerkleinerter Konfiskate durch Zugabe starker Säuren (Trichloressigsäure, Polyphosphorsäure) ausgefällt. Das so gewonnene Proteinkonzentrat könnte nach Angaben der Autoren anschließend getrocknet oder direkt dem Flüssigfutter zugesetzt werden. Als Vorteile wurden Kosteneinsparungen durch den Wegfall der Sterilisation und die Möglichkeit der Flüssigverfütterung angegeben.

1.4.3. Erhitzte flüssige Endprodukte

Bereits 1915 berichtete PLATH vom Einsatz gekochter Schlachtabfälle in der Schweinefütterung. Auch BONGERT (1917) setzte gekochte Schlachtabfälle zusammen mit Panseninhalt zu Fütterungszwecken in der Schweinemast ein.

Zur Reduzierung des Energieaufwandes wird seit 1973 in der DDR ein Verfahren zur Herstellung einer Eiweißmischsilage durchgeführt (POPPE et al. 1975). Im Entwurf des Standards TGL 38867 (gültig ab 1. Jan. 1983) erhielt Eiweißmischsilage folgende Definition (KIEHN et al. 1982): Flüssiges Eiweißfuttermittel, hergestellt aus Körpern gefallener oder getöteter Tiere, Konfiskaten, Blut, Federn, Fischabfällen und anderen geeigneten Schlachtabfällen, fett- und eiweißhaltigen Sekundärrohstoffen tierischer Herkunft, durch thermische Behandlung sterilisiert, entfettet und mit Konservierungsmitteln begrenzt haltbar gemacht. Eiweißhaltige Sekundärrohstoffe mikrobiologischer und pflanzlicher Herkunft können in den Verwertungsprozeß einbezogen werden. Der grundsätzliche Produktionsprozeß setzt sich zusammen aus: (1.) Rohmaterialsterilisation und Aufschluß (30 min bei 130° C) im Vorkocher bzw. Aufschlußapparat, (2.) Konservierung mit Schwefelsäure (15 - 20 kg 96 %ige Schwefelsäure auf 1000 kg Eiweißmischsilage), (3.) Tierkörperfettgewinnung im Absatzverfahren, (4.) Lagerung in Vorrats- bzw. Mischbehältern.

1976 entwickelte HUNZICKER (Schweiz) eine Methode zur Aufbereitung von Kadavern, Schlacht- und Metzgereiabfällen, Panseninhalt und Futtermittelrückständen, Blutabfällen, Schweineborsten und Hühnerfedern, Hotelabfällen und Nebenprodukten aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie zu einem Flüssigmischfutter. Bei dem "Hunzicker-Food-Recycling-System" wurde die Rohware in direkt dampfbeheizten Autoklaven bei 130° C 5 Stunden lang sterilisiert. Hierbei wurden auch ganze Tierkörper ohne Vorzerkleinerung in die Kocher eingefüllt. Im weiteren Verlauf der Produktion wurde Tierfett im Absetzverfahren gewonnen. Das sterile Zwischenprodukt wurde zerkleinert, mit Blut und Panseninhalt angereichert und homogenisiert. Bis zur Verfütterung wurde das Flüssigfutter in isolierten Tankbehältern gelagert.

1979 wurde das "Hunzicker-Food-Recycling-System" von SCHOENEN auch in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzt. In Zusammenarbeit mit einer bayerischen TBA wurde das obige System auf den Einsatz in einer TBA zugeschnitten. Nach dem System "Euro-Food-Recycling" (SCHOENEN, 1979) wurden Schlachtabfälle, Knochen, Blut, Tierkörper, Federn, Borsten, Panseninhalt zu einem flüssigen Endprodukt ("Futtersuppe") und Tierkörperfett verarbeitet. Hierbei wurde die zerkleinerte Rohware in Vorkochern mit Manteldampfsystem bei 133° C 20 min sterilisiert. Danach

wurde das flüssige Zwischenprodukt im Absetzverfahren teilentfettet. Das Endprodukt wurde nach Feinzerkleinerung bis zur Abgabe an Schweinemastbetriebe in isolierten Behältern zwischengelagert.

Auch RIEDINGER (1982) beschrieb die Verwertung tierischer Abfälle ohne Trocknung nach dem "Euro-Food-Recycling-System". Hierbei wurden ca. 35 % Konfiskate zusammen mit bis zu 30 % Knochen, 30 % Blut und einem aus verendeten Tieren bestehenden Restanteil zu "Futtersuppe" verarbeitet. In diesem Verarbeitungssystem wurde die sterilisierte Rohware nach Absetzen und Abziehen des Fettes über einen "Multilator" zerkleinert. Die "Futtersuppe" wurde dann in isolierten Lagerbehältern bevorratet.

SCHÜNEMANN (1983) benutzte bei seinen Untersuchungen ein Flüssigprodukt (Tierkörperhomogenisat), das nach einem dem "Euro-Food-Recycling-System" ähnlichen Verfahren hergestellt wurde, wobei jedoch eine Entfettung des Zwischenproduktes entfiel.

1.4.4. Getrocknete Endprodukte

Die industrielle Trocknung wird international am häufigsten praktiziert. Sie bietet günstige Gebrauchseigenschaften der Endprodukte wie leichte Transportierbarkeit, gute Mischbarkeit, geringe Geruchsintensität und geringe Keimbelastung.

Die z. Z. in der Bundesrepublik Deutschland in 60 Tierkörperbeseitigungsanstalten benutzten Technologien zur Herstellung von Tiermehl u. ä. und Tierkörperfett teilte WICHMANN (1980) in Trocken- und Naßverfahren ein. Dabei erfolgte die Einteilung beider Systeme entsprechend dem Zeitpunkt der Entfettung des Zwischenproduktes während des Verarbeitungsprozesses. Von einem Trockenverfahren wurde gesprochen, wenn das Zwischenprodukt erst nach der Trocknung entfettet wurde, während beim Naßverfahren die Entfettung des Materials vor der Trocknung vorgenommen wurde.

Die nachfolgenden Abbildungen 2 und 3 stellen die Verfahrenssysteme und Apparatetypen dar, die gegenwärtig im Einsatz sind.

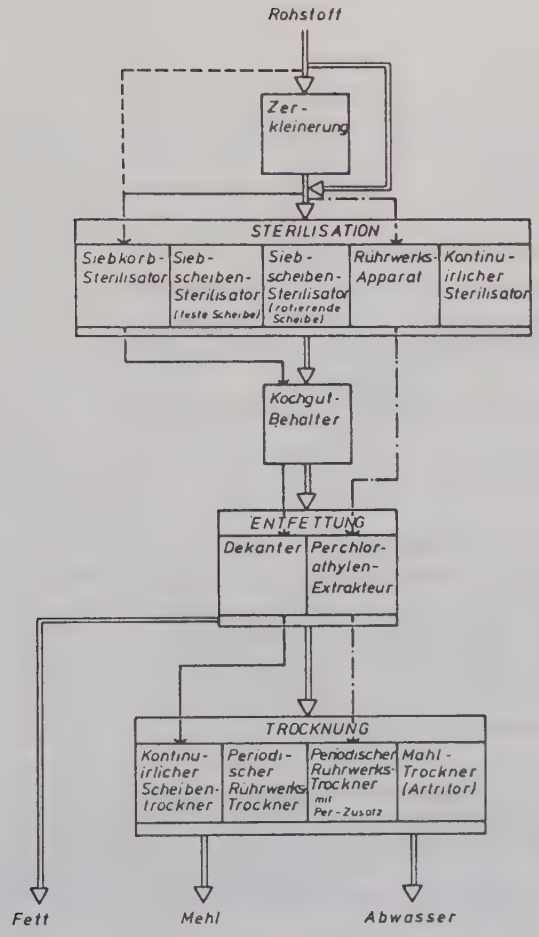


Abb. 2 Naßverfahren-System (nach WICHMANN, 1980)

Nach BRAUN (1982) werden z.Zt. 8 verschiedene Verfahren in den TBA's angewandt. Ca. 55 % der TBA's arbeiten nach dem folgenden Trockenverfahren-System: Zerkleinerer-Siebkorbsterilisator-Kochgutbehälter-kontinuierlicher Trockner - Schneckenpresse. 14 Betriebe (= 23 %) benutzen ein Verfahren, bei dem das Kochgut mit Lösungsmitteln (Perchloräthylen, Benzin) entfettet wird.

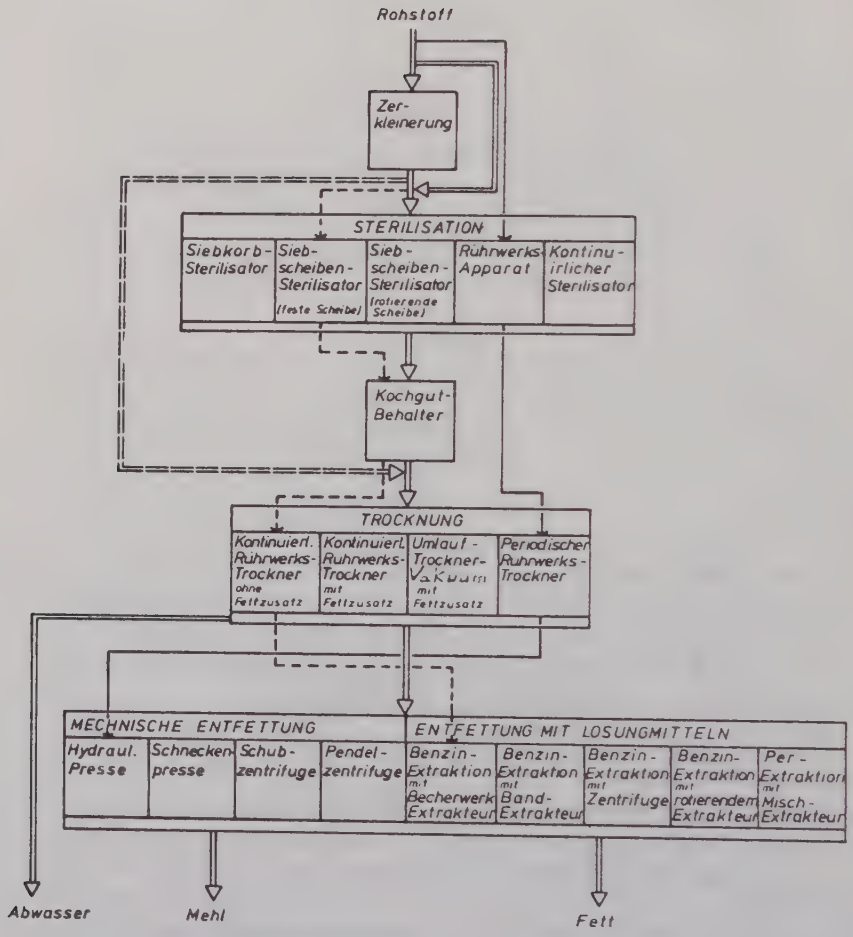


Abb. 3 Trockenverfahren-System (nach WICHMANN, 1980)

In 3 Anstalten werden Technologien eingesetzt, bei der Energieeinsparungen bis zu 50 % herkömmlicher Anlagen (SCHNEIDER, 1981) erzielt werden. Hierbei wird die Rohware nach Sterilisation kontinuierlich in einem Vakuumumlauftrockner mit Fettzusatz mehrstufig getrocknet ("Anderson-System") und anschließend mechanisch entfettet.
Da Abfälle mit Struktureiweiß (Borsten, Haare, Hörner, Haut- und Lederabfälle) weitgehend unverdaulich sind, müssen diese für Futterzwecke aufbereitet werden. SLINGER et al. (1955) setzten Schweineborsten einem Dampfdruck von 2,7 kp/cm² 5 Std. lang aus; die Wasserlöslichkeit des Proteins betrug 46 %.
GRUHN et al (1979) behandelten Schweineborsten zusammen mit Tierkörpern bei 6 kp/cm² und 158° C 120 min. lang, da eine separate Behandlung der Borsten im Aufschlußapparat zur Verleimung der Aggregate führte (GRUHN & GRAF, 1981).
Weitere Möglichkeiten zur Spaltung der Keratinmoleküle sind der enzymatische Aufschluß (GREENWOOD & SPEAKMANN, 1964), der chemische Aufschluß mit Säuren (BOCK et al, 1967/68) sowie der Aufschluß mit Laugen (GRUHN et al, 1977; GRUHN & ZANDER, 1977). Anschließend wurden die hydrolysierten Schweineborsten der Eiweißmischsilage zugesetzt (SCHLAGE, 1976) oder einem Trocknungsverfahren unterzogen.
Die Herstellung von hydrolysierten Federmehlen beschrieben GRUHN et al. (1975). Bei ihrem Verfahren wurden die Federn unter Zusatz von Wasser einer Hydrolyse durch Hitze- und Druckbehandlung (152° C, 90 min., 4 kp/cm²) unterworfen.
Der Grad der Teilhydrolyse kann anhand des Litergewichtes abgelesen werden (DROCHNER, 1978). Als Endprodukt wurde hydrolysiertes Federmehl gewonnen.

Die Verarbeitung von Schlachtblut kann nach BRUNNER (1978) durch mehrere technologisch unterschiedliche Methoden erfolgen:

(1) bei kleineren Mengen Beimischung zum Verwertungsmaterial in den TBA's

(2) bei mittleren Mengen Entfernung des Wassers aus dem Blut durch Trocknung im Chargentrockner

(3) bei Großanlagen in mehreren Verfahrensstufen:
- Koagulieren des Blutes durch Dampfinjektion,
- Trennung von Feststoff und Blutwasser in einer Dekantierstufe und anschließend thermische Trocknung des Feststoffes auf den zulässigen Restwassergehalt.

Als besondere Verfahrensschwierigkeiten stellen sich intensive Geruchsemissionen und extrem hoch belastetes Abwasser dar.

1.4.5. Kostenfaktoren in TBA's bei unterschiedlichen Technologien

Für einen durchschnittlichen Energieaufwand einer TBA mit herkömmlicher Technologie (Trocknung und Entfettung) gab LURCH (1982) folgende Werte an

Dampf	:	900 kg/to Rohware
Elektrizität	:	35 kWh/to
Abwasser	:	1-2 m^3/to

In einer Modellrechnung (BRAUN, 1983) ergeben sich für eine TBA mit einer jährlichen Verarbeitungskapazität von 12.000 to Rohmaterial folgende Kosten (Stand Mitte 1982):

1. Verarbeitung der Rohware	
Elektroenergie, Wasser, Abwasser	14,00 DM/to
Brennstoffe	32,00 DM/to
Maschinenkosten	8,00 DM/to
Gesamtkosten der Verarbeitung	118,80 DM/to
2. Abholung der Rohware	106,30 DM/to

Im Jahresbericht des Verbandes Fleischmehlindustrie gab LURCH (1983) den Aufwand für Energie in einer TBA mit 25 - 35 % der Gesamtkosten an.

Für die Produktion von Tierkörperhomogenisat war nach SCHÖNEN (1979) ein Aufwand von ca. 300 kg Dampf und ca. 30 kWh elektrischer Energie pro to Rohware zu leisten. Hierbei fielen 0,5 m³ Abwasser an. RIEDINGER (1982) berechnete für das "Hunzicker"- bzw. "Euro-Food-Recycling-System" eine Einsparung von ca. 300 kg Dampf/to Rohmaterial gegenüber herkömmlichen Verarbeitungssystemen.

1.5. Anwendung von Schlachtnebenprodukten in Fütterungsversuchen (Modell- und Feldversuche), unter Berücksichtigung von Verdaulichkeit und Futterwert sowie Auswirkung der Verfütterung dieser Erzeugnisse auf die Mastleistung der Schweine

1.5.1. Frische Schlachtnebenprodukte

Wie bereits unter 1.4.1. erwähnt, wurden Schweinemageninhalt und Panseninhalt frisch an Schweine verfüttert.
PLATH (1915) bot Mastschweinen ein Futtergemisch aus frischem Panseninhalt und gekochten Schlachtabfällen im Verhältnis 2:1 an. Zur Verbesserung der Akzeptanz setzte er am Beginn der Versuchsperiode Reismehl ein. BONGERT (1917) stellte ein Mischfutter aus Mageninhalt von Rind und Schwein her. Da nach seinen Erfahrungen frischer Panseninhalt von Schweinen nicht aufgenommen wurde, vermischte er lufttrockenen Panseninhalt mit gekochten Schlachtabfällen im Verhältnis 5:1.
Auch FERRIN (1946) berichtete über den Einsatz von luftgetrocknetem Panseninhalt in der Schweinemast. Die Futterration wurde ergänzt durch Maisschrot und Schlachtabfälle, wobei die Versuchsgruppe Tageszunahmen von 662 g erzielte. SCHULZ (1976) stellte in einem Feldversuch mit 2800 bzw. 1000 Schweinen eine Futterration von 2 kg frischem Panseninhalt, 2 kg Getreideschrot und 80 g Fettgrieben pro Tier und Tag zusammen. In einem 33-tägigen Versuchszeitraum erreichten Mastläufer (Ø 42,8 kg LG) eine durchschnittliche Tageszunahme von 515 g.

1.5.2. Nichterhitzte, silierte Schlachtnebenprodukte

Schweinemageninhalt, der zusammen mit Panseninhalt, Darmkratzrückständen oder Abfallblut und Melasse im Verhältnis 7:3:1 einsiliert worden war, zeigte nach Angaben von PROST et al. (1968) hohe Akzeptanz bei Schweinen. Es wurden pro Tier und Tag ca. 1,6 - 2,5 kg Silage gefüttert. Gesundheitsstörungen konnten nicht beobachtet werden.
Versuchs- und Kontrolltiere erbrachten bei gleichem Nährstoffangebot gleiche Mastleistungen.
Silierter Panseninhalt wurde von NILSSON et al. (1965) an Schweine verfüttert. Zugesetzt wurden Malz und Gerstenschrot.

1.5.3. Erhitzte, flüssige Endprodukte

SCHLAGE et al. (1976) führten einen Fütterungsversuch mit dem Ziel durch, den Einfluß von Eiweißmischsilage kombiniert mit Getreide auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen zu ermitteln. Der Versuch wurde an 404 Schweinen über eine 118-tägige Mastperiode von 36-113 kg Lebendmasse durchgeführt. Die durchschnittliche Ration während der gesamten Mastperiode setzte sich aus 810 g Eiweißmischsilage, 1910 g Getreide, 130 g Mastapan (Eiweißfuttermittel) zusammen. Dieses entsprach einer mittleren täglichen Nährstoffaufnahme von 267 g verdauliches Rohprotein und 229 g Gesamtfett. Die durchschnittliche Lebendmassezunahme betrug 648 g, wobei je kg Lebendmassezuwachs 2,6 kg EFs aufzuwenden waren. Die eingesetzte Menge an Eiweißmischsilage deckte 24 % des Energiebedarfs und 35 % des Bedarfs an verdaulichem Rohprotein.
Den Einsatz von Einweißmischsilage in der Fütterung sehen KIEHN et al. (1982) erst bei einer täglichen Versorgung von mindestens 3000 Schweinen infolge des notwendigen technischen Aufwands gerechtfertigt.

POPPE et al. (1975) machten zum Futterwert der Eiweißmischsilage folgende Angaben:

Verdaulichkeit der organischen Substanz	:	61,9 %
Verdaulichkeit des Rohproteins	:	89,6 %
Verdaulichkeit des Rohfettes	:	71,5 %
Energiegehalt EFs (energetische Futtereinheit-Schwein)/kg TrS	:	936 Kcal

Für die wichtigsten wertbestimmenden Anteile an Aminosäuren in Eiweißmischsilage wurden folgende Gehalte bzw. wahren Verdaulichkeiten (wV) angegeben:

Lysin	6,6 g/100 g Protein	95,1 % wV
Methionin	1,7 g	96,3
Cystin	0,9 g	89,3

Die Einsatzmengen an Eiweißmischsilage betrugen je Tier und Tag je nach Lebendmasse 50 - 1000 g. Zur Vermeidung von Verdauungsstörungen sollten die Tiere allmählich an höhere Gaben gewöhnt werden.

Vom Hersteller wurde eine Lagerfähigkeit von etwa 2 Wochen garantiert. Vom Abnehmer war eine Mindestablieferungsmenge von 5 to zu gewährleisten. Für den Einsatz von Frischblut als Teilkomponente für die Eiweißmischsilage gab GRUHN (1982) folgende Mengenempfehlungen je Schwein und Tag im Mittel an:

bis 35 kg LG	300 g Frischblut
35 bis 75 kg LG	300 - 500 g Frischblut
75 bis 120 kg LG	500 g Frischblut

SCHÜNEMANN (1983) führte Untersuchungen zur scheinbaren Verdaulichkeit von unbehandeltem Panseninhalt in Kombination mit Tierkörperhomogenisat (TKH) durch.

Die berechneten Verdaulichkeitswerte der Rohnährstoffe für Tierkörperhomogenisat betrugen:

organische Substanz	:	84,4 %
Rohprotein	:	90,2 %
Rohfett	:	92,8 %
Rohfaser + stickstofffreie Extraktstoffe	:	17,0 %

In einem anschließend durchgeführten Mastversuch wurde einer Tiergruppe Tierkörperhomogenisat als Alleinfutter verabreicht. Die durchschnittliche Mastdauer betrug 132 Tage. Bei einem Lebendmassezuwachs von 72,8 kg ergaben sich durchschnittliche Tageszunahmen von 565 g. Der Futteraufwand pro kg Lebendmassezuwachs betrug 4,17 kg, (bezogen auf 700 Gesamtnährstoff-Einheiten (GNE)/kg Futter-TrS); der Aufwand an verdaulicher Energie pro kg Zuwachs lag bei 52,6 MJ. Die geringen Leistungen führte der Autor auf ungenügende Versorgung mit essentiellen Aminosäuren (Cystin, Methionin) zurück. Bei weiteren Untersuchungen, in denen Panseninhalt als Zulage zu Tierkörperhomogenisat diente, konnte SCHÜNEMANN (1983) eine Depression der Verdaulichkeit der Grundration feststellen, so daß er eine Zulage von Panseninhalt zu Mastrationen für Schweine nicht empfehlen konnte. Auch eine diätetische Wirkung des Panseninhaltes war nicht erkennbar.
HUNZICKER (1979) gab bei Verfütterung von Tierkörperhomogenisat in einem Feldversuch folgende Resultate an:

Anzahl Schweine	:	262
tägliche Zunahme	:	605 g
Futterverbrauch je kg Fleischzunahme	:	3,36 kg

Die Futterration wies folgende Zusammensetzung auf:

Tierkörperhomogenisat	31,3 %	der Gesamtfuttertrockensubstanz
Magermilch	10,1 %	-"-
Getreidemischung	43,6 %	-"-
Stärke	15,0 %	-"-

In einer weiteren Empfehlung wurde für ein 60 kg-Schwein eine Futterration von 4 kg Tierkörperhomogenisat und 1 kg Getreidemischung angegeben. Die anschließende Verfütterung des heißen Tierkörperhomogenisats wurde nach Zusatz einer stärkereichen Getreidemischung durch Flüssigfütterungssysteme vorgenommen.

SCHÖNEN (1979) berichtete über den praktischen Einsatz von Tierkörperhomogenisat in 3 Schweinemästereien mit insgesamt 4800 Mastplätzen. Zum Tierkörperhomogenisat wurden Corn-Cob-Mix und Molke zugesetzt.

1.5.4. Getrocknete Endprodukte

WALLMEN et al. (1966) führten Versuche zum Futterwert von Tierkörpermehl, Pansenfuttergemisch (40 - 60 % Panseninhalt, 40 % Konfiskate und 10 % Fett) und getrocknetem Panseninhalt durch. Die Ration wurde ergänzt durch Getreide, Zuckerschnitzel und Kartoffeln. Wesentliche Ergebnisse dieser Versuche sind nachfolgend dargestellt:

Eiweißergänzung	Tierkörpermehl	Pansenfuttergemisch	getr. Panseninhalt
Ø Tageszunahmen (g)	754	593	543
Ø tägl. GNE-Aufnahme/Tier	1469	1519	1531
Ø GNE-Aufwand/kg Zuwachs	2559	2562	2819
Ø Futterverwertung bei 700 GNE/kg	3,66	3,66	4,03

Die Autoren empfahlen aufgrund dieser Untersuchungen den Einsatz von Pansenfuttergemisch als Eiweißergänzung in der Schweinehackfruchtmast.

BUGDOL et al. (1967/68) setzten als Ersatz für Eiweißkonzentrat ein Panseninhalt-Blutmehl-Gemisch (80 % Panseninhalt, 20 % Blutmehl) in der Schweinemast ein. Bei gleichen Mastergebnissen konnten 100 g Eiweißkonzentrat durch 150 g eines getrockneten Panseninhalt-Blut-Gemisches ersetzt werden. Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen lagen bei 670 g, wobei pro kg Lebendmassezuwachs 2,78 kg GN aufzuwenden waren.

Untersuchungen zum Futterwert und Einsatz verschiedener Anteile von Schweineborsten- und Tierkörpermehl in Schweinemastrationen führten GRUHN & RAU (1979) durch. Hierbei wurde 4 verschiedenen Mastgruppen Tierkörpermehl bzw. ein Gemisch aus unterschiedlichen Anteilen Tierkörpermehl und hydrolysiertem Schweineborstenmehl als Eiweißfutter angeboten. Die Ration wurde ergänzt durch Gerstenschrot, Weizenschrot, Maisschrot, Weizennachmehl und eine Mineral-Wirkstoffmischung. Mit 597 g mittlerer täglicher Zunahmen, 4,15 kg mittlerem Futteraufwand je kg Zuwachs, 633 g mittlerem Rohproteinaufwand je kg Zunahme und 2552 EFs pro kg Lebendmassezunahme erbrachte die Versuchsgruppe mit Tierkörpermehl als alleiniges Eiweißfutter die besten Ergebnisse. Die Gruppe mit dem höchsten Anteil an hydrolysiertem Schweineborstenmehl (40 % Tierkörpermehl, 60 % Borstenmehl) in der Ration erreichte nur geringfügig schlechtere Ergebnisse; dieses wurde vor allem damit begründet, daß nach Untersuchungen von GRUHN & GRAF (1981) die essentielle Aminosäuregarnitur- in Sonderheit Lysin - unter der des Tierkörpermehles lag.

Die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Aminosäuren eines getrockneten Gemisches aus zerkleinerten Tierkörpern und Borsten bei Schweinen bestimmten GRUHN et al. (1980). Die errechnete scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins in Tierkörpermehl betrug 72,1 %, für das aufgeschlossene Gerüsteiweiß der Schweineborsten 73,5 %. Bei den Aminosäuren wurden folgende scheinbare Verdaulichkeiten ermittelt:

Aminosäure	Tierkörpermehl	Borstenmehl
Lysin	70,9 %	68,7 %
Methionin	72,5	67,3
Cystin	71,7	55,1
Histidin	75,4	72,2
Arginin	78,5	75,3

Die niedrigeren Werte beim Borstenmehl wurden auf einen nicht optimalen Aufschluß des Borstenkeratins oder auf eine Beeinträchtigung durch die Trocknung zurückgeführt. KEULDER et al. (1976) fanden bedeutend höhere Verdauungswerte, und zwar für Lysin 92,3 %, Histidin 89,0 %, Arginin 92,7 %.

Aus diesem Grunde wurde der Säurekonservierung gegenüber der Trocknung (5 Std., 96 ° C) der Vorzug gegeben.
Für die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins in hydrolysiertem Federmehl gaben GRUHN et al. (1975) Werte von 74,0 % bei Schweinerationen mit 10 % Federmehl-Anteil bzw. 75,0 % bei 20 %-igem Anteil an. Nach Empfehlungen für die Einsatzmenge von Federmehl in Mischfutter sah DROCHNER (1978) einen Anteil von 2-4 % der lufttrockenen Substanz eines Schweinefutters als Höchstgrenze an; bei Anteilen über 5 % wären Minderungen der Zuwachsleistungen zu erwarten.

1.5.5. Einsatz von Tierkörperfetten

Bei Einmischung von Fetten tierischer Herkunft in Schweinemastrationen ist die Fettsäurezusammensetzung von besonderer Bedeutung, da diese sich besonders auf den energetischen Futterwert der Ration und auf das Fettsäuremuster des Schweinefettes auswirkt.

Da die wichtigsten Rohwarenträger einer TBA Schlachtnebenprodukte und Kadaver von Schweinen oder Rindern sind, werden hier die Fettsäuregehalte in Rinder- und Schweinefett angegeben:
(Gehalte an Fettsäuren in Gewichtsprozenten nach PRABUCKI, 1977):

Fettsäure	Rinderfett	Schweinefett
Laurinsäure	-0,5	-0,5
Myristinsäure	2-4	1-4
Palmitinsäure	20-35	25-31
Palmitoleinsäure	2-5	1-3
Stearinsäure	21-33	11-21
Ölsäure	31-42	40-52
Linolsäure	1-4	5-20
Linolensäure	-0,5	-2
ges. FS≥C 20	-1	-1
unges.FS≥C 20	-1	0,5-1

Verdaulichkeitsquotienten für Rohfette in Eiweißmischsilage (POPPE,1975) und Tierkörperhomogenisat (SCHÜNEMANN, 1983) wurden bereits in Kapitel 1.5.3. angeführt, wobei diese für Rohfett in Eiweißmischsilage mit 71,5% und für Tierkörperhomogenisat mit 92,8 % angegeben waren.
Nach BERSCHAUER et al. (1980) beeinflußten die Fettsäurenzusammensetzung und auch die Triglceridstruktur die Verdaulichkeit von Fetten. Nach seinen Untersuchungen ermittelte er eine scheinbare Verdaulichkeit des Rohfettes von 94,2 % bei Verfütterung eines Mischfettes aus pflanzlichen Ölen und tierischen Fetten mit einem 35 %-igem Rationsanteil.
Eine Beeinflussung der scheinbaren Verdaulichkeit erwartet der Autor erst bei sehr hohen Fettanteilen im Futter (über 15 - 20 % der TrS.), wenn Fette mit sehr hohen Stearinsäuregehalten vor allem an junge Schweine verfüttert werden.
Über den Einfluß der Verfütterung von Fetten tierischer Herkunft auf die Mastleistung von Schweinen berichteten zahlreiche Autoren (siehe Übersichtsref rat, BERSCHAUER & RUPP, 1980). Dabei konnten in der Mehrzahl der Versuche bei Zusatz von 5 - 10 % Schlachtfetten bzw. Rindertalg die täglichen Zunahmen signifikant erhöht und der Futteraufwand reduziert werden. Bei jungen Ferkeln jedoch traten Wachstumsdepressionen auf, wenn Rationen mit hohen Fettgehalten verfüttert wurden.
FROBISH et al. (1971) stellten fest, daß nicht die Pankreaslipaseaktivität, sondern die Lipasespezifität Ursache für eine begrenzte Verdaulichkeit bestimmter Fette ist.

OSLAGE et al. (1983) konnten bei Versuchsgruppen, denen hohe Gehalte an Linolensäure (31% Linolensäure im Gesamtfett - 3,2 % im lufttrockenen Futter) oder Linolsäure (34 % im Gesamtfett - 3,5 % im lufttrockenen Futter) in den ersten Versuchswochen einen geringeren Futterverzehr und gleichfalls häufiger Durchfall und Erbrechen beobachten. Anteile von 44 % Ölsäure im lufttrockenen Futter erbrachten die höchsten Tageszunahmen (824 g) und die beste Futterverwertung (2,43 kg Futter/ kg Zuwachs). Als Optimalbereich für die Linolsäurezufuhr sah der Autor 2 - 2,5 % im Futter bei gleichzeitig 4 % Ölsäure an. Für den Linolensäureanteil wurde eine Größenordnung von 1 - 2 % im Futter angegeben.

1.6. Einflüsse auf die Akzeptanz und Futteraufnahme

RIEDINGER (1982) führte zur Aufnahmebereitschaft von Tierkörperhomogenisat durch Mastschweine aus, daß der Frischegrad der verarbeiteten Rohmaterialien mitentscheidend für die Geschmacksqualität des hergestellten Tierkörperhomogenisats sei. Besonders die Zugabe von pasteurisiertem, frischem Schlachtblut sei aus geschmacklichen Gründen wahrscheinlich nur in Grenzen möglich. Durch Zugabe von Geschmacksstoffen sei die Akzeptanz zu verbessern, jedoch bedürfe es einer Überprüfung durch Fütterungsversuche.
SCHÜNEMANN (1983) stellte bei Verfütterung von Tierkörperhomogenisat als Alleinfutter bzw. mit Zulagen von Panseninhalt oder Luzernegrünmehl im Verlauf des Versuches immer wieder erhebliche Einbrüche in der Futteraufnahme fest, wobei durch die Zulagen keine positiven oder negativen Veränderungen der Akzeptanz entstanden. Die Ursachen führte der Autor auf klimatische Einflüsse (hohe Temperaturen) in Verbindung mit der Verfütterung des noch warmen Futters zurück.
Hierbei hielt der Autor jedoch auch Depressionen in der Futteraufnahme durch Tierkörperhomogenisat, einem für qualitätsmindernde Einflüsse anfälligen Material, für möglich. Ähnliches hatte zuvor COENEN (1982) festgestellt. Ein mikrobiologischer Verderb konnte aufgrund entsprechender Untersuchungen ausgeschlossen werden.
Beim Einsatz von Eiweißmischsilage sollte nach POPPE et al. (1975) eine diskontinuierliche Verfütterung generell vermieden werden, da sie mit Leistungseinbußen verbunden ist. Ein plötzliches Absetzen hätte später eine geringere Futteraufnahme zur Folge, im Extremfall eine völlige Verweigerung für 1-2 Tage.
Bei Anwendung hydrolytischer Bedingungen könnten nach BERSCHAUER & RUPP (1980) niedrig- bis mittelmolekulare Fettsäuren des Futterfettes unter Umständen zu einer reduzierten Futteraufnahme führen, da die freigesetzten kurzkettigen Fettsäuren die geruchlichen und geschmacklichen Eigenschaften des Futterfettes beeinträchtigen.

2. Rohnährstoffgehalte einiger Futtermittel tierischer Herkunft

Gehalte an Rohrnährstoffen, Mengen-und Spurenelementen in laut Futtermittelgesetz zugelassenen bzw. noch zulassungsbedürftigen Einzelfuttermitteln tierischer Herkunft sind in Tabelle 2 aufgeführt.
Die Minimal- und Maximalgehalte einiger Futtermittel sind in der Futtermittelverordnung Anlage 1 vom 08. April 1981 vorgeschrieben.

Tab. 2 Rohnährstoffe und Mengenelemente in Futtermitteln tierischer Herkunft

(mittlere oder minimale bzw. maximale Rohnährstoffgehalte in % der ursprünglichen Substanz
minimale bzw. maximale Mengenelementgehalte in % der ursprünglichen Substanz
mittlere Mengenelementgehalte in g/kg ursprünglicher Substanz)

Futtermittel		Rohnährstoffe					Mengenelemente					
	TrS	Rp	Rfe	Ra	Rfa	NfE	Ca	Mg	P	Na	K	Autor
Federmehl,hydrolysiert		88,2	3,9	2,7	-	-	2,4	0,3	1,8	4,0	1,2	DROCHNER 1978
Hornmehl		95,3	0,8	2,4	-	-	2,1	0,3	0,8	1,7	1,2	-"-
Schweineborstenmehl, hydr.		75,0	6,0	0,9	-	3,0	-	-	-	-	-	-"-
Tiermehl	min.90	min.55	max.11	max.2,2+	-	-	-	-	max.5,0*	-	-	FMVO, Anlage 1
Tiermehl, fettreich	min.90	min.50	min.11	max.2,2+	-	-	-	-	max.5,0*	-	-	1981
Futterknochenschrot	min.90	min.26*	max. 5	-	-	-	-	-	min.8,0*	-	-	-"-
Fleischknochenmehl	min.90	min.40	max.14*	-	-	-	-	-	max.9,0	-	-	-"-
Fleischfuttermehl	min.90	min.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-"-
Blutmehl	min.90	min.80*	-	max.4,5	-	-	-	-	-	-	-	-"-
Tierfett	min.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-"-
Futtersuppe I	31,0	51,9	25,8	23,2	-	-	22,6	-	23,0	1,8	-	SCHÖNEN 1979
Futtersuppe II	31,0	51,9	45,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-"-
Eiweißmischsilage I	20,0	50,0	40,0	-	-	-	-	-	-	-	-	KIEHN et al.
Eiweißmischsilage II	15,0	53,3	40,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1982
Tierkörperhomogenisat	40,4	38,4	43,1	10,2	4,1	4,2	23,2	1,3	9,1	4,6	5,2	SCHÜNEMANN 1983

+ : salzsäureunlösliche Asche

* : Gehalte bei Normtyp

2.1. Proteinqualität der in TBA's erzeugten Futtermittel in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren und der Rohwarenzusammensetzung

Der Futterwert der in TBA's erzeugten Futtermittel tierischen Ursprungs (Tiermehl, Fleischfuttermehl u.a.) hängt einerseits von der Rohwarenzusammensetzung und -qualität, andererseits aber auch vom Herstellungsverfahren ab. Nach ERBERSDOBLER (1979) werden durch die Rohwarenzusammensetzung der Asche- und Rohfettgehalt, die Anteile an kollagenem Eiweiß (Haut, Knochen, Sehnen), sowie die Anteile an Haar- und Pflanzenbestandteilen beeinflußt. Die Rohwarenqualität ist ausschlaggebend für die Qualität des Fettanteils (mikrobieller und autoxidativer Fettverderb) und für die Gehalte an Nicht-Protein-Stickstoff.
Für die Proteinqualität in Tiermehlen sind sowohl die biologische Wertigkeit der Rohwarenproteine als auch die Erhitzungsbedingungen beim Sterilisations- und Trocknungsprozeß entscheidend. Die biologische Wertigkeit (BW) der Proteine für Schweinefleisch gab ERBERSDOBLER (1979) mit 79, diejenige für Tierkörpermehl mit 48 an. SEHATA et al. (1978) stellte eine biologische Wertigkeit verschiedener Schlachtabfallproteine von 64 - 68 fest; Fleischeiweiß wies eine BW von 68 auf. Knochen, Knorpeleiweißanteile, Sehnen und Hautbestandteile besaßen eine geringe BW. Nach ERBERSDOBLER (1979) bestanden 30 - 50 % des untersuchten Tiermehlproteins aus Kollagen.
Die verringerte Proteinverdaulichkeit, insbesondere die verringerte Aminosäurenverfügbarkeit in Tiermehlen ist nach ERBERSDOBLER (1979) auf die durch die gesetzlich vorgeschriebene Erhitzung (133° C, 20 min.) bewirkte Zerstörung und Inaktivierung von Aminosäuren zurückzuführen. Er gab die Verringerung der Aminosäurenverwertung bei feuchter Erhitzung auf 130° C 30 min. lang mit 10 - 30 % an. Besonders bei Lysin und den S-Aminosäuren Methionin und Cystin kommt es infolge Oxidations- bzw. Quervernetzungsreaktionen zur Bildung unverdaulicher oder unverwertbarer Aminosäureverbindungen.
Somit sind nach ERBERSDOBLER (1979) Methionin und Cystin im Tiermehlprotein mit ca. 70 % Bedarfsdeckung die an erster Stelle limitierenden Aminosäuren.

SCHLAGE et al. (1976) verglich die wahren Verdaulichkeiten (wV) von N- und Aminosäuren in Eiweißmischsilage und Tierkörpermehl. Sie kamen zu folgendem Ergebnis:

	Eiweißmischsilage	Tierkörpermehl
N	94,5 % wV	81,4
Lysin	95,1 %	85,0
Methionin	96,3	78,8
Cystin	89,3	61,08

Die um ca. 10 % schlechtere wahre Verdaulichkeit des Tiermehlproteins und der einzelnen Aminosäuren führten die Autoren auf die relativ lange Trocknungsphase von 3-5 Std. bei der Tiermehlproduktion zurück. Auch RIEDINGER (1980) bestätigte die deutlich verbesserte Eiweißqualität bei Wegfall der Trocknung zu konventionellem Tiermehl. Besonders der Anteil des verfügbaren Lysins war in wesentlich geringerem Umfang reduziert. MEADE et al. (1981) untersuchten Gehalte und Verfügbarkeiten von Lysin und Methionin in Blutmehlen, die nach unterschiedlichen Technologien hergestellt waren. Die in Ring- oder Spraytrocknern hergestellten Blutmehle wiesen einen höheren Gehalt an Lysin auf als die nach konventionellen Langsammethoden hergestellten Blutmehle. Auch die Verwertbarkeit der Aminosäuren wies eine entsprechende Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren auf.

3. Rückstandsproblematik und toxikologische Aspekte bei Erzeugnissen aus Schlachtnebenprodukten und verendeten Tieren

3.1. Belastung durch Biozide und Umweltchemikalien

Der Erfassung der Rückstandsbelastung von Tierkörpermehlen und Tierkörperfetten durch Biozide und Umweltchemikalien kommt nach BUNTENKÖTTER (1975) in ökologischer und futtermittelrechtlicher Hinsicht besondere Bedeutung zu; denn für die produktionsbegleitende Rechtsetzung ergeben sich Rückschlüsse auf die Rechtswirksamkeit bereits in Kraft getretener Verordnungen und Hinweise auf zukünftige Maßregelungen noch nicht erfaßter Schadstoffe; außerdem vermittelt die kontinuierliche Erfassung der Rückstandsbelastung von tierischen Futtermittelrohstoffen aus ökologischer Sicht direkte Einblicke in das Recycling und damit in das Rekontaminationsgeschehen auf der Ebene der tierischen Veredelung. Die Gesamtbelastung der am Ende des technologischen Tierkörperbeseitigungsprozesses anfallenden Produkte mit Schadstoffen wird auch durch die schon im Ausgangsmaterial vorhandenen Kontaminanten bestimmt. Die Belastung der Ausgangsstoffe (Tierkörper, Tierkörperteile, tierische Erzeugniss) kann anhand der jährlich von der Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle des Bundesgesundheitsamtes (ZEBS) veröffentlichten Untersuchungsergebnisse auf Schadstoffgehalte in Lebensmitteln bzw. Lebensmittelgruppen abgelesen werden.

KNAPSTEIN (1975) untersuchte die Kontamination von Einzel- und Mischfuttermitteln mit chlorierten Kohlenwasserstoffpestiziden.
Bei den tierischen Futtermitteln (226 Proben) wurde in 48,4 % der Proben Hexachlorbenzol (HCB), in 13,5 % Hexachlorcyclohexan (HCH) und in 12,8 % der Proben Lindan analysiert. Für tierische Fette (151 Proben) fand sich als Hauptkontaminant Hexachlorbenzol mit einer Nachweishäufigkeit von 63,5 %, Lindan 13,9 %, HCH mit 11,09 % und Gesamt-DDT mit 3,3 %. Die Höchstmengenüberschreitung betrug im Falle des HCB 2 %, beim Gesamt-DDT 0,7 %. Bei 50 Tierkörpermehlproben fand KNAPSTEIN Lindan und Gesamt-DDT über 0,02 ppm in 2 % der Proben und in 48 % der Proben HCB-Gehalte über 0,02 ppm, wobei gleichzeitig die zugelassene Höchstmenge überschritten wurde.

Nach Angaben von BUNTENKÖTTER (1975) wurden bei 15 Tierkörperfettanalysen aus 8 TBA's HCB-Gehalte von 0,05 - 0,48 ppm festgestellt.

Ergebnisse von Schwermetalluntersuchungen in Einzelfuttermitteln finden sich bei CRÖSSMANN (1975). Die durchschnittlichen Gehalte an Blei, Cadmium und Quecksilber in tierischen Eiweißfuttermitteln lassen sich wie folgt darstellen (Angaben in ppm in der Trockensubstanz):

Gehalte in Tierkörpermehl					
Schwermetall	Probenzahl gesamt	<0,01	>0,01ppm	$\bar{x}$ Gehalte in ppm (>0,01)	Schwankungsbereich
Blei	31	-	31	9,83	2,39 - 45,7
Quecksilber	29	20	9	0,10	0,07 - 0,14
Cadmium	31	22	9	0,75	0,01 - 3,99
Gehalte in Fleischknochenmehl					
Blei	7	-	7	3,22	1,75 - 6,23
Quecksilber	7	5	2	0,07	0,06 - 0,08
Cadmium	7	5	2	0,32	0,01 - 0,63

Die Ergebnisse dieser Untersuchungsreihe bedeuten, daß in Bezug auf die Schwermetalle Cadmium und Quecksilber die Mehrzahl der untersuchten Proben unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze lagen, während der Durchschnittsgehalt an Blei in Tiermehl den Höchstwert (10 ppm) laut FMV Anlage 5 erreichte.
Als weiteren möglichen Belastungsfaktor mit Umweltchemikalien für Tiermehle stellte MAYER (1983) Aluminium zur Diskussion. In 8 Tiermehlproben wurden Al-Gehalte zwischen 200 - 333 mg/kg Tiermehl gefunden. KLING & WÖHLBIER (1977) gaben Gehalte von 170 - 500 mg/kg Tiermehl, 100 - 300 mg/kg Blutmehl und 0 - 333 mg Al/kg Futterknochenmehl an. Nach MAYERS Auffassung gelangt das Aluminium durch Schmutz- und Erdanteile des Rohmaterials und durch verarbeiteten Darminhalt in die Tiermehle.

Ohrmarken, Wurstclips und Verpackungsmaterial spielen eine geringere Rolle, da diese größtenteils durch Metallabscheider ausgesondert werden. Gesundheitsstörungen durch Spuren von Aluminium im Futter (200 - 500 mg/kg) wurden bislang nicht bekannt.

3.2. Thermostabilität von Antibiotika/Chemotherapeutika

Bei der Suche nach Rückständen von Arzeimitteln im Tierkörperhomogenisat muß von den mit dem Futter zugeführten Zusatzstoffen (Wachstumsförderer) oder Therapeutika/Prophylaktika sowie von den per injektionem applizierten Therapeutika ausgegangen werden.
In Schweine- bzw. Rinderalleinfuttermitteln sind Zusatzstoffe, die die Futterverwertung verbessern, nach FMV, Anlage 3 (1981) zugelassen: Avoparcin, Flavophospholipol, Monensin-Natrium, Spiramycin, Tylosin, Virginiamycin, Zn-Bacitracin, Carbadox, Nitrovin und Olaquindox.
Da diese Zusatzstoffe sehr niedrige Resorptionsraten aufweisen, kann es zu einer erheblichen Konzentrierung im Magen-Darminhalt, der in der TBA als Schlachtabfall mitverarbeitet werden muß, kommen.
Für diese Nutritiva sind jedoch Wartezeiten bzw. ein Höchstalter der Tiere vorgeschrieben.
Weiterhin gelangen Antibiotika oder Chemotherapeutika, die in der Tierhaltung prophylaktisch oder therapeutisch eingesetzt werden, über verendete Tiere in die in der TBA zu verarbeitende Rohware. Die hierdurch bedingten Arzneimittelrückstände hängen sehr von den Resorptions- und Ausscheidungsverhältnissen der einzelnen Antibiotika ab.
Für die im Endprodukt Tierkörperhomogenisat zu erwartenden Restmengen an Antibiotika bzw. Chemotherapeutika ist die Thermostabilität der einzelnen Verbindungen, die einer Autoklavierung (133° C, 20 min. 3 bar) bei der Verarbeitung unterzogen werden, mitentscheidend.
Über Versuche zur Thermostabilität von Penicillin in Wasser, Phosphatpuffer und Milch bei Temperaturen von 121° C berichten SHAHANI et al. (1956).

Bei einer 15-minütigen Autoklavierung wurde Penicillin-K bei Konzentrationen von 0,52 I.U./ml in den Medien Puffer und Milch völlig inaktiviert, während es in wässriger Lösung nur zu 59,7 % zerstört wurde. Chlortetracyclin (SHAHANI, 1957) wurde in allen drei Medien völlig inaktiviert (siehe Tabelle 3). Umfassendere Untersuchungen über Aktivitätsverluste von Antibiotika führten PILET & TOMA (1969) durch. Dabei wurden als Medien Wasser, Bouillon, Milch und Hühnermuskelextrakt benutzt. Die Versuche ergaben, daß Tetracyclin und Oxytetracyclin in kleinen Konzentrationen bei einer 30-minütigen Hitzebehandlung von 100° C ihre Aktivität zu 100 % verloren, während Penicillin unter gleichen Bedingungen in Milch und Bouillon noch bei Konzentrationen von 0,03 I.U./ml nur bis zu 50 % seiner Aktivität einbüßte. Neomycin, Spiramycin, Framycetin und Oleandomycin erwiesen sich unter Sterilisationsbedingungen (121° c) als relativ hitzestabil.

LUKASS (1971) ermittelte für einige Wirkstoffe die in Tabelle 3 angeführten Inaktivierungsparameter bzw. Aktivitätsverluste, wobei er einen Phosphatpuffer als Medium wählte. DAKIC & PERIC (1973) stellten eine rasche Abnahme der biologischen Aktivität von Tetracyclin und Oxytetracyclin-Hydrochlorid in Phosphatpuffer-Lösungen bei Steigerung der Temperatur von 70 auf 100° C fest, wobei Tetracyclin sich als etwas resistenter erwies als Oxytetracyclin. Höhere Konzentrationen an Antibiotika wurden weniger durch Hitzeeinwirkung inaktiviert. Dagegen konnten PICHNARCIK et al. (1969) keinen Einfluß der Erhitzung (100° C, 20 min.) von Reinsubstanzlösungen der Antibiotika Bacitracin, Chlortetracyclin, Neomycin, Oleandomycin, Oxytetracyclin, Penicillin, Streptomycin, Tetracyclin und eines Sulfonamids auf die zu erzielenden Hemmhofgrößen im Hemmstofftest mit Bac. subtilis BGA feststellen.
Über die Inaktivierung von Antibiotika durch Erhitzung von Rind- bzw. Kaninchenfleisch berichtete UGUR (1975).
Bei der Hitzebehandlung bei 90° C für 20 Minuten zeigten sich die Tetracycline am wenigsten stabil, wobei Oxytetracyclin am empfindlichsten reagierte und bei 90° C weitgehend inaktiviert war.
Penicillin, Streptomycin, Oleandomycin und Chloramphenicol wurden hierbei, entsprechend der Reihenfolge ihrer Aufzählung, weniger beeinflußt.

Bei 100° C für 20 Minuten wurde auch Oleandomycin in seiner Hemmwirkung stärker beeinträchtigt. Penicillin, Streptomycin und Chloramphenicol behielten noch einen beträchtlichen Teil ihrer Aktivität.
Nach IONOVA (1973) verloren Rückstände der Antibiotika Tetracyclin und Oxytetracyclin in Geflügelfleisch ihre biologische Aktivität nach 40 - 60 minütigem Kochen infolge Strukturveränderungen der Moleküle bzw. durch Umwandlung in isomere Formen. Dagegen stellten WOLTERSDORF & SCHMIDT (1973) nur eine geringfügige Abnahme der Chlortetracyclin-Aktivität in Schweinefleisch bei Erhitzung über 100° C fest.
Eine völlige Inaktivierung von Penicillin, das Fleischstückchen von pH 5,9 - 6,1 zugesetzt war, konnte v. SCHOTHORST (1969) schon nach 5-minütigem Kochen erreichen.

Tab.: 3 Aktivitätsverluste (in %) einiger Antibiotika/Chemotherapeutika nach unterschiedlichen Hitzebehandlungsverfahren in verschiedenen Medien

Hemmstoff	Temperatur/Zeit	Konzentration	Medium: Wasser	Puffer	Milch	Bouillon	Muskelex.	Autor
Penicillin	100°C 30 min	0,25 µg/ml	50	-	20	35	80	PILET&TOMA 1969 1)
		0,03 µg/ml	100	--	40	50	100	
	121°C 15 min	0,25-1,0 I.U.	59,7	-	-	-	-	SHAHANI 1956 2)
		0,52-1,04 I.U.	-	100	100	-	-	
	100°C 120 min	1,0 µg/ml	-	100	-	-	-	LUKASS 1971 3)
Tetracyclin	100°C 30 min	1,0 µg/ml	80	-	50	80	80	PILET&TOMA 1969 1)
		0,5 µg/ml	100	-	100	100	100	
	90°C 120 min	1,0 µg/ml	-	100	-	-	-	LUKASS 1971 3)
Oxytetracyclin	100°C 30 min	2,0 µg/ml	100	-	100	100	100	PILET&TOMA 1969 1)
	75°C 60 min	1,0 µg/ml	-	100	-	-	-	LUKASS 1971 3)
Chlortetracyclin	121°C 15 min	0,4-0,5 µg/ml	100	100	100	-	-	SHAHANI 1956 2)
	75°C 60 min	1,0 µg/ml	-	100	-	-	-	LUKASS 1971 3)
Neomycin	120°C 20 min	50,0 µg/ml	0	-	15	25	50	PILET&TOMA 1969 1)
		3,1 µg/ml	25	-	50	50	50	
Spiramycin	120°C 20 min	2,0 µg/ml	0	-	0	0	0	PILET&TOMA 1969 1)
		0,12 µg/ml	30	-	20	30	50	
Framycetin	120°C 20 min	5,0 µg/ml	45	-	20	75	10	PILET&TOMA 1969 1)
		0,3 µg/ml	45	-	40	75	10	
Oleandomycin	120°C 20 min	0,5 µg/ml	60	-	60	50	70	PILET&TOMA 1969 1)
		0,12 µg/ml	100	-	100	50	70	
Bacitracin	75°C 120 min	100,0 µg/ml	-	100	-	-	-	LUKASS 1971 3)
Chloramphenicol	100°C 120 min	100,0 µg/ml	-	30	-	-	-	LUKASS 1971 3)

1) + 2) Untersuchungsmethode: Papierplättchentest
3) -"- : Agarlochtest

3.3. Kontaminationen während des Produktionsprozesses

Wie unter 1.4.4. angeführt, benutzten in der Bundesrepublik Deutschland 1982 14 TBA's ein Verarbeitungsverfahren, bei dem zur Herstellung von Tierkörpermehlen Lösungsmittel (Perchloräthylen (PER) oder Benzin) zur Entfettung eingesetzt werden. Hierbei gelangen Reste dieser Lösungsmittel in die hergestellten Futtermittel.
Nach Untersuchungen über die Rückstandsbelastung von Tierkörpermehlen mit dem Lösungsmittel Perchloräthylen wurden in den Jahren 1978-1980 in 7 Proben Werte von 0,08-0,96 mg/kg gefunden (BRAUN, 1981).
Nachdem 1980 Perchloräthylenrückstände in Lebensmitteln (Eier) nachgewiesen wurden, wurde 1981 eine größere Anzahl an Futtermittelproben analysiert. Von 133 Einzelfuttermittelproben wiesen 28,6 % Gehalte von 1,0 - 500 mg/kg auf. 5,3 % der Proben enthielten mehr als 500 ppm.
Bei 32 Tiermehlproben waren in 18 Fällen Gehalte von 1,0 - 500 mg/kg nachweisbar. 3 Tiermehle waren mit mehr als 500 mg/kg belastet. Die höchsten festgestellten Gehalte an Perchloräthylen lagen bei 4463 mg/kg Tiermehl und bei 1976 mg/kg Einzelfuttermittel. Von 39 Mischfuttermittelproben lagen Gehalte bis 25 ppm in 74,4 % der Proben vor. 10 Futtermittel wiesen Werte über 25 ppm auf.
Da keine futtermittelrechtlichen Regelungen über Rückstände des Lösungsmittels Perchloräthylen getroffen waren, gab das Bundesgesundheitsamt 1981 folgende Empfehlungen:
Der Perchloräthylen-Gehalt sollte in Tiermehlen und ähnlichen Futtermitteln unter 500 ppm gehalten werden; in Mischfuttermitteln sollten 25 ppm nicht überschritten werden.
Da aussagefähige Versuche zum Übergang von Perchloräthylen aus Futtermitteln in das tierische Gewebe nicht bekannt waren, wurden auf Erlaß des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten von Baden-Württemberg von Februar 1981 carry-over-Versuche mit Schweinen durchgeführt. Die gefundenen Werte zeigten, daß PER-Gehalte von 25 mg/kg Futter eine Rückstandsbelastung von 2-3 mg PER/kg Schweinefleisch und von 4 mg/kg Rückenspeck verursachten. Geruchs- bzw. Geschmacksabweichungen bei rohem bzw. gekochten Fleisch wurden nicht festgestellt.

Höhere PER-Gehalte im Futter führten zu höheren Gehalten an PER in Schweinefleisch und Schweinefett. Da jedoch Tierkörpermehle u.ä. und Tierkörperfette nur einen Anteil von 2,5 % am Gesamt-Futter-Bedarf der Schweineerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland aufwiesen, bestand nach Meinung des Autors (BRAUN, 1981) kein Anlaß zu alarmierenden Nachrichten. Eine Umstellung auf andere Technologien würde in den Betrieben angestrebt, bei denen hohe PER-Werte im Endprodukt vorlägen.

3.4. Originäre bakterizide Substanzen in Schlachtnebenprodukten und verendeten Tieren

Über das Vorkommen originärer bakterizider Substanzen in Schlachtabfällen berichtete MOYLE (1966). Bei Untersuchungen über die Häufigkeit des Vorkommens von Salmonellen in Schlachtabfällen und Kadavern stellte er fest, daß in länger gelagerten Schlachtabfällen und verendeten Tieren die Anzahl positiver Salmonellen-Befunde im Vergleich zu kurzfristig gelagertem Material geringer war.
Zusätzlich war eine Senkung des pH-Wertes und ein gleichzeitiger Anstieg des Gehaltes an freien Fettsäuren im Untersuchungsmaterial eingetreten. Er diskutierte einen antagonistischen Effekt von Fettsäuren gegen Salmonellen.

In der Literatur waren bis zu diesem Zeitpunkt 2 Publikationen bekannt, die einen antagonistischen Effekt von ungesättigten Fettsäuren gegen grampositive Bakterien (KODICEK, 1949) bzw. gegen Leptospiren (STALHEIM & WILSON, 1964) beschrieben.
KHAN & KATAMAY (1969) konnten ebenfalls eine Wachstumshemmung von Salmonellen durch Fettsäuren in Fleisch und Knochenmehl feststellen, wobei besonders kurzkettige, flüchtige Fettsäuren einen starken bakteriostatischen oder bakteriziden Effekt ausübten.
SHEU & FREESE (1972) setzten zur Wachstumshemmung von Bacillus subtilis eine Reihe von Fettsäuren ein.

Dabei vermochte Linolsäure schon in einer Konzentration von unter 1 mM das Wachstum des Bacillus subtilis vollständig zu unterdrücken, während hierzu Propionsäure in einer Konzentration von 100 mM eingesetzt werden mußte. Über eine Beeinflussung von Ergebnissen des allgemeinen Hemmstoff-Testes durch Kupfer und Zink berichten UNGLAUB & WETTKE (1975). Wässrige Lösungen von Kupfer- und Zinksulfat vermochten Bacillus subtilis BGA in seinem Wachstum nur auf der Testplatte pH 6 zu hemmen, wobei die Hemmwirkung bei Kupfer ab einer absoluten Menge von 0,1 mg und bei Zink von 0,04 mg eintrat.
Weiterhin beobachteten FOSTER & WYNNE (1948), daß das Auskeimen von Clostridium botulinum - Sporen durch Ölsäure unterdrückt werden konnte.

3.5. Vorkommen des Botulismustoxins in Kadavern und dessen mögliche Inaktivierung

Unbeseitigte Kadaver als Ursache von Botulismus der Haustiere stellen bisher die wichtigste Intoxikationsquelle für empfängliche Tierarten dar. Dies sind besonders Feldhasen, Kaninchen, Katzen, Füchse, Wasser- und Singvögel (MAYER, 1983). Clostridium botulinum wurde nicht nur in den verwesenden Tierkörpern, sondern auch in der Erde von solchen Stellen, an denen Tiere verendeten, nachgewiesen.
Auch das gebildete Toxin konnte noch längere Zeit (bis 9 Monate) wirksam bleiben.
Eine Inaktivierung der Toxine und eine Abtötung der Cl. botulinum-Sporen wird entsprechend bestehender Erhitzungsvorschriften (Tier-KB-Anstalten VO) gewährleistet. Denn Sporen von Cl. botulinum, Typ C, haben einen D-Wert von ca. 3 Minuten bei 121,5°C, (MAYER, 1983).
Das Toxin wird durch Erhitzen auf 100° C innerhalb von 30 min. zerstört (ROLLE & MAYER, 1978). GRATZL & KÖHLER (1968) konnten jedoch nachweisen, daß nach Rekontamination gelagerter Fleischmehle Botulinum-Sporen auskeimten und Toxine bildeten. Besondere Beachtung des Botulismustoxins ist bei der Silagebereitung aus tierischem Rohmaterial nötig. Denn diese Toxine sind bei pH-Werten zwischen 3,5 - 6,8 relativ stabil (SONNENSCHEIN, 1980; WOODBURN et al., 1979).

SKOVGAARD (1980) erhob somit die Forderung, für die Silagebereitung nur frisches Rohmaterial zu verwenden. Bei ausschließlicher Verfütterung dieser Produkte an Schweine ist ein Ausbruch von Botulismus nicht zu erwarten, da Schweine gegen Botulismustoxine relativ resistent sind (MAYER, 1983).

4. Mikrobiologische Aspekte

4.1. Mikroorganismen in Rohware

Die in einer Tierkörperbeseitigungsanstalt zu verarbeitende Rohware muß als potentieller Träger verschiedener pathogener und fakultativpathogener Keime angesehen werden.
Bei bakteriologisch-hygienischen Kontrollen in Tierkörperverwertungsanstalten konnten THIEMANN & WILLINGER (1980) aus Mischproben des Rohmaterials zweier TBA's folgende Keime - aufgeführt nach der Häufigkeit ihres Nachweises - isolieren: E. coli, aerobe Sporenbildner, Proteus vulgaris, Pseudomonas sp., Mikrokokken, Sproßpilze, Schimmelpilze, anaerobe Sporenbildner. Das tatsächlich vorhandene Keimspektrum war noch viel weiter und zeigte je nach Charge (Schlachtabfälle, Konfiskate, ganze Tierkörper, Federn) Koloniezahlen bis 10^{10}-10^{15}/g Material.

BUGL (1977) untersuchte das Rohmaterial dreier TBA's auf das Vorkommen von Cl. perfringens,da dieser Keim als Indikator für den Nachweis einer ordnungsgemäßen Hitzebehandlung benutzt wurde. Alle gezogenen Rohwarenproben enthielten Cl. perfringens mit Keimgehalten zwischen 10^{2}-10^{3}/g Material.
AMTSBERG (1976, 1977) isolierte aus Kotproben von Kälbern in 33,9 % und bei Schweinen in 15,9 % der Proben CL.perfringens. Salmonellen im Rohmaterial konnten BISPING et al. (1981) in 80 % aller Proben zweier TBA's nachweisen.

4.2. Mikrobiologischer Status bei bakteriologischen Stufenkontrollen in TBA's

Über Ergebnisse bakteriologischer Stufenkontrollen, die insbesondere auf den Nachweis von Cl. perfringens ausgerichtet waren, berichtete BUGL (1977). Die Autorin benutzte Cl. perfringens als Indikatorkeim, da dieser regelmäßig im Rohmaterial nachweisbar war und bei ordnungsgemäß arbeitender Anlage abgetötet werden sollte. Die durch Erlasse der Bundesländer geforderten Kontrollen der TBA mit Untersuchung der gezogenen Proben auf Sporen des Milzbrand- und Rauschbranderregers sowie auf Salmonellen hielt BUGL für sehr problematisch, da einerseits Bac. anthracis als auch Cl. chauveoi sehr selten vorkommen und andererseits die Salmonellen sehr hitzeempfindlich sind. Bei ihren Untersuchungen konnte BUGL in 1,6 % der aus dem Sterilisator entnommenen Proben und in 7,7 % der Tierkörpermehlproben Cl. perfringens nachweisen.
Die Ergebnisse der bakteriologischen Stufenkontrolle einer TBA sollen hier aufgeführt werden.

Tab. 4 : Ergebnisse der bakteriologischen Stufenkontrollen

	Entnahmestelle Sterilisator	Tierkörpermehl
Anzahl der Proben	90	90
keimfrei	0 %	46,7 %
Kokken	10 %	20,0 %
aerobe Sporenbildner	78,0 %	13,3 %
feine gramlabile anaerobe Sporenbildner	87,7 %	11,1 %
Clostridien	87,7 %	11,1 %
Cl. perfringens	1,1 %	6,6 %

Der häufige Nachweis an Keimen an der Entnahmestelle aus dem Sterilisator lag nach Ansicht der Autorin eher in technischen Unzulänglichkeiten bei der Probeentnahme (langer Entnahmestutzen) als in einer ungenügenden Sterilisation. Sie stellte aufgrund ihrer Untersuchungen die Eignung bakteriologischer Stufenkontrollen zum Nachweis des Abtötungsvorganges in Frage. Für die höher liegende Nachweisquote an Cl. perfringens im Tierkörpermehl wurden Rekontaminationen über die Luft, nachdem das Material das geschlossene System verlassen hatte, angenommen. Denn durch Tupferproben konnten an den Oberflächen von Boden und Wänden Clostridien - auch Cl. perfringens - nachgewiesen werden.
An der TBA in M. führten HAHN et al. (1977) ebenfalls bakteriologische Stufenkontrollen durch, wobei sie unterschiedliche Produktionsbedingungen (Sterilisation im konventionellen Vorkocher und Sterilisation nach dem "Anderson-Verfahren" ohne Vorkocher) in Hinsicht auf den Sterilisationseffekt verglichen. Bei dem "Anderson-System" wurde das Rohmaterial in 130 - 150° C heißem Fett erhitzt. Ein Vergleich der Ergebnisse zeigte, daß bei der Verarbeitung der Rohware mit oder ohne Vorkocher der Gehalt an aeroben Sporenbildnern, Mikrokokken, Streptokokken, Schimmelpilzen und Hefen keine wesentlichen Unterschiede aufwies. Bei einer Gegenüberstellung der Ergebnisse der Clostridiennachweise im Endprodukt Tierkörpermehl zeigte sich, daß bei der Verarbeitung des Rohmaterials ohne vorhergehende Sterilisation im Vorkocher in 32,2 % der Proben Cl. perfringens auftrat. Bei einer ordnungsgemäßen Erhitzung der Rohware im Vorkocher ohne Zufuhr von Knochen konnten Clostridien weder im Tierkörpermehl noch in Proben, die unter dem Sterilisator entnommen worden waren, nachgewiesen werden. Jedoch traten hierbei aerobe Sporenbildner, Mikrokokken und gramnegative Stäbchen auf; im Endprodukt kamen noch Schimmelpilze, Hefen und gramnegative Kokken hinzu.

Aufgrund ihrer Ergebnisse hielten die Autoren eine Sterilisation des Rohmaterials im Vorkocher unter den gesetzlich vorgeschriebenen Bedingungen für unumgänglich. Die "Anderson-Anlage" wäre lediglich als Trocknungsanlage nach vorgeschalteter Sterilisation geeignet.

BISPING et al. (1981) zeigten anhand von Stufenkontrollen und Umgebungsuntersuchungen in zwei TBA's auf, daß das Vorkommen von Salmonellen im Endprodukt Folge einer Rekontamination war , die nach der Sterilisation einsetzte, in der Regel nachdem das getrocknete und entfettete Material die Mühle passiert hatte. Die Stufenkontrolle ergab, daß mit fortschreitendem Produktionsweg die Zahl der Salmonellenisolierungen anstieg. Zur Verhinderung der Salmonelleninfektion des Produktes sollten Reinigungen und Desinfektionen auch der Räume und Einrichtungen der reinen Seite regelmäßig erfolgen.

Den Hygienestatus zweier TBA's beurteilten THIEMANN & WILLINGER (1980) mittels bakteriologischer Untersuchungsmethoden. Dabei wurde das Vorkommen verschiedener Bakterienarten in einzelnen Bereichen (Oberflächen und Luft der unreinen und reinen Seite, Abwasser und Tiermehl) überprüft.

Als Ergebnis zeigte sich, daß die Oberflächen der unreinen Seite massenhaft mit aeroben Sporenbildnern, E. coli und Proteus vulgaris, mittelgradig mit Mikrokokken und Flavobakterien behaftet waren.

Als Luftkeime fanden sich auf der reinen und unreinen Seite in mittelgradiger Anzahl aerobe Sporenbildner, Mikrokokken und Flavobakterien. Im Endprodukt Tiermehl waren pro Gramm 10^4 aerobe Sporenbildner, 10^2-10^3 Mikrokokken und 10^1 Flavobakterien nachweisbar. Alle Proben waren frei von anaeroben Sporenbildnern und Salmonellen. Nach Ansicht der Autoren sollte die hygienische Kontrolle der Endprodukte einer TBA durch den Nachweis des Freiseins vor allem von Cl. perfringens und von Salmonellen erfolgen.

Bei Untersuchungen über die aus hygienischen Gründen erforderliche Hitzebehandlung bei der Herstellung von Tiermehl in Dampfdruckanlagen stellte RIEDINGER (1975) unter Laboratoriumsbedingungen fest, daß Milzbranderreger die gesetzlich vorgeschriebene Erhitzung von 130° C während 30 Minuten überleben können. Aufgrund seiner Untersuchungen über die Wärmeleitung in Fleisch- und Knochenstücken stellte er die Forderung auf, Rohmaterial in TBA's vor der Hitzebehandlung mindestens auf 50 g kleine Stückchen zu zerteilen, damit eine schnellere Wärmedurchdringung und ein sicherer Sterilisationseffekt erreicht würden.

4.3. Mikroorganismen in Futtermitteln tierischer Herkunft aus TBA's

Nach mikrobiologischen Untersuchungen von Fleisch- und Knochenmehlen aus 7 verschiedenen TBA's gab SKOVGAARD (1980) vorläufige Richtwerte für Keimgehalte in diesen Produkten wie folgt an:

Koloniezahl bei 30° C	<100.000/g
Zahl der Enterobacteriaceen	<100/g
Zahl der E. coli bei 44° C	<10/g
Zahl der Clostridien	<100-200/g
Zahl der Salmonellen	0 in 25-50/g
Zahl der Sporenbildner	<1000/g

WOLLMANN (1981) bestätigte durch Untersuchungen an Endprodukten von 4 TBA's die von SKOVGAARD gestellten Anforderungen. Hinsichtlich des Gehaltes an Bazillen schien dem Autor eine Standardanforderung von 500/g im Bereich der hygienischen Möglichkeiten des Produktionsprozesses angemessen. METTE (1980) untersuchte Tierkörpermehle auf das Vorhandensein von Clostridien. Unter Einschaltung einer Anreicherung konnte er in 10,6 % der Proben Cl. perfringens, in 42,5 % Cl. bifermentans und in 12,7 % Cl. sporogenes isolieren.
Zum Vorkommen von Rotlaufbakterien in Futtermitteln tierischer Herkunft berichtete MAYER (1982), daß bei allen 34 Tierkörpermehl- und 12 Kehrstaubproben aus 4 TBA's keine Rotlaufbakterien nachgewiesen werden konnten, obwohl das Rohmaterial in einigen Fällen Rotlauferreger enthielt. Von 153 Tierkörpermehlproben aus 51 TBA's erwiesen sich nach KEMPF & PIETZSCH (1981) 41 (= 26,8 %) als salmonellenpositiv. Hierbei konnten 23 verschiedene Serotypen ermittelt werden.

Durch eine Erhöhung des zur Analyse eingesetzten Probematerials von 100 auf 1000 g konnte ungefähr die doppelte Zahl an Salmonellenisolierungen im Vergleich zu 100 g-Proben erreicht werden. Die Autoren schlugen für die Durchführung mikrobiologischer Kontrollen von Tierkörpermehl gemäß den Ausführungshinweisen zu § 7 der Tierkörperbeseitigungsanstalten-Verordnung vor, die Produkte (Tiermehl) jeder TBA mindestens 4-mal jährlich auf Salmonellen zu untersuchen, wobei jeweils 4 Proben mit einem Probengewicht von 100 g am Ende der Produktionskette entnommen werden sollten.

MAYER (1978) stellte in 7 - 8 % der 198 entnommenen Tierkörperproben Salmonellen fest.

Im Rahmen der amtlichen Überwachung wurden vom Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt Münster 1981 148 Proben Tierkörpermehl auf Salmonellen untersucht, wobei 15 Proben salmonellenhaltig waren.

In Tierkörpermehlen aus 11 TBA's konnten BISPING et al. (1981) in 21,3 % der 61 Proben Salmonellen nachweisen.

MEYER & KIEHN (1979) führten seit 1975 qualitative und quantitative bakteriologische Untersuchungen von Eiweißmischsilage durch. Die aerobe Keimzahl pro Gramm Untersuchungsmaterial nach der Produktion lag zwischen 10^2-10^6 Keimen/g und die der Anaerobier zwischen 10^2-10^6 Keimen/g Silage. Bei den Lagerungsproben, die aus Lagerbehältern der Schweinemastanstalten stammten, variierte die Zahl der aeroben Keime von 10^2-10^8, die der Anaerobier 10^2-10^6 und die der Schimmelpilze von 10^2-10^4/g Silage. Coliforme, Salmonellen, Rotlauf- und Mykobakterien fanden sich in keiner Probe.

Nach Meinung der Autoren bestand keine praktische oder wissenschaftlich begründete Notwendigkeit, die Eiweißmischsilage keimfrei herzustellen. Jedoch dürfte die Keimzahl nicht höher als 10^6/g Eiweißmischsilage liegen; alle pathogenen Sporenbildner und nicht sporulierenden Bakterien müßten durch die Hitzebehandlung und den nachfolgenden Ansäuerungsprozeß sicher abgetötet werden.

Von 67 Eiweißmischsilageproben aus 3 TBA's und 25 Eiweißmischsilageproben aus Transportfahrzeugen und Lagerbehältern landwirtschaftlicher Betriebe enthielten nach bakteriologischen Untersuchungen von KÖHLER & HÖRNICKE (1983) 31 Proben über 10^4 Keime/g; bei 24 Proben wurden Enterobacteriaceae, davon in einem Fall Salmonellen, isoliert. 18 Proben wiesen eine Clostridienkonzentration von über 10^4 Keimen/g Silage auf. Der Gehalt an Mikrokokken und aeroben Sporenbildnern lag 13 bzw. 11-mal über 10^4 /g.

Bei der Differenzierung der anaeroben Sporenbildner wurden am häufigsten Cl. perfringens Typ A sowie apathogene Cl. perfringens - Stämme festgestellt. Aus einigen Proben wurden auch Cl. septicum und Cl. novyi isoliert.

Die Autoren empfahlen für die Herstellung von Eiweißmischsilage folgende mikrobiologischen Parameter:

Gesamtkeimgehalt	:	$<10^4$ Keime/g Silage
Clostridien	:	$<10^4$ Keime/g Silage
Salmonellen, E. coli und andere Enterobakterien	:	nicht nachweisbar in Anreicherung

Die routinediagnostische quantitative Analyse der Mikroflora sollte bei Änderungen der Produktionstechnologie und Auftreten von Havarien nur bei Abweichungen des pH-Wertes bzw. bei Ammoniak -Konzentrationen von über 2500 mg/kg eingeleitet werden.
Die Bildung von Ammoniak war als empfindlicher Indikator für hygienische Mängel der Eiweißmischsilage anzusehen, da ein direkter Zusammenhang zwischen erhöhten Ammoniak-Gehalten und bakteriellen Kontaminationen bestand.
Über die mikrobiologische Aktivität in Silage aus tierischen Rohstoffen berichtete SKOVGAARD (1980). Silage aus Geflügelschlachtabfällen, die mit Schwefelsäure konserviert war und einen pH-Wert von 3,3 - 3,7 aufwies, enthielt 10^3-10^7 Laktobazillen, bis 10^4 Clostridien und bis 10^3 Schimmelpilze und Hefen / g Silage. Da Sporen aerober und anaerober Sporenbildner in Silage aus tierischen Rohstoffen überlebten, dürften nach Ansicht des Autors Konfiskate ohne vorherige Hitzebehandlung nicht allein als Rohmaterial für die Silageherstellung verwendet werden.

SCHÜNEMANN (1983) führte bakteriologische Untersuchungen an Tierkörperhomogenisat-Proben durch. Nach Auftauen tiefgefrorener Portionen ermittelte er einen durchschnittlichen Keimgehalt von 10^4-10^6 Keimen / g. Dabei lag ein mittelgradiger Besatz mit Keimen von E. coli, Proteus, Corynebakterium sp. und Keimen der Mes. subtilis - Gruppe vor. Salmonellen konnten nicht nachgewiesen werden.

4.4. Aspekte zur bakteriologischen Untersuchung hitzebehandelten Materials

Aufgrund vergleichender quantitativer Untersuchungen zum Nachweis subletal geschädigter Salmonellen in Tierkörpermehlen konnten WERNERY & ZIMMERMANN (1981) beweisen, daß eine Selektivanreicherung allein nicht ausreichte, sondern die Voranreicherung zur Resuscitation subletal geschädigter Salmonellen mindestens 15 - 18 Stunden betragen sollte.

Nach ZIMMERMANN & WERNERY (1979) traten subletal geschädigte Salmonellen nach Hitzeeinwirkung von 60° C und 5 Minuten bei Verwendung von Pepton - NaCl - Lösung mit 10 %-igem Knochenschrot - Zusatz als Medium bereits nicht mehr auf.

SKOVGAARD (1980) berichtete, daß Salmonellen sich an die mikroklimatischen Bedingungen in TBA's durch Entwicklung hitzeresistenter Stämme anzupassen vermochten. Vorzugsweise hitzeempfindliche Salmonellastämme waren durch Mutationen in der Lage, eine hohe Hitzeresistenz nach einigen "Umläufen" zu entwickeln.

Zur Resusciation hitzegeschädigter Sporen aerober und anaerober Sporenbildner gaben BLOCHER & BUSTA (1982) besondere Nährmedien an, die je nach der nachzuweisenden Bazillen- oder Clostridienart variierten. Nach ihren Untersuchungen wurde die Regeneration hitzegeschädigter Sporen durch die Zugabe von Antibiotika / Chemotherapeutika - diese werden einigen routinemäßig eingesetzten Selektivnährmedien zugesetzt - unterdrückt.

4.5. Konservierung von Futtermitteln tierischer Herkunft durch Propionsäure

Propionsäure ist als Futterkonservierungsstoff seit 1970 amtlich zugelassen und in der Anlage 3 der Futtermittelverordnung als Zusatzstoff in Allein- und Einzelfuttermitteln aufgeführt.

Propionsäure wird bei Anwendung als Konservierungsmittel in Konzentrationen von 0,1 - 0,3 % dem Futtermittel bzw. der Futtermittelkomponente zugesetzt. Die bakteriostatische Wirkung von Propionsäure beruht auf einer Blockade der Kohlehydrat-Stoffwechsel-Enzyme der Mikroorganismen.
Daneben wirkt sie aber auch direkt auf die Baktrienzellen durch Schädigung der Zellstrukturen. Propionsäure behandelte Bakterien zeigten Verlust des Geißelapparates, Zellwandschädigungen und Zellzerfall (MAYER, 1983). In Versuchen von CATTANEO et al. (1979) wurden Salmonellen stärker geschädigt als Mikrokokken. Dabei schien Propionsäure auch auf die intrazellulären Nukleinsäuren schädigend zu wirken. Eine sporocide Wirkung war nicht vorhanden (MAYER et al. 1981).
Im bakteriologischen Hemmstofftest wurde lediglich das Auskeimen der Sporen des Testkeims Bac.subtilis durch Propionsäure verhindert.
Die biozide Wirkung von Propionsäure wurde in mehreren Versuchen zur Dekontamination salmonellenhaltiger Futtermittel erprobt. Nach bakteriologischen Untersuchungen an mit Propionsäure behandelten, künstlich und natürlich infizierten Futtermitteln konnten KOLB & PIETZSCH(1981) zeigen, daß eine natürliche Salmonella - Kontamination von Fleischknochenmehl schon mit einer Propionsäure-Konzentration von 2 % beseitigt werden kann. Durch eine Erhöhung der Feuchtigkeit des Futtermittels konnte die Abtötungsrate verstärkt werden. Der endgültige Inaktivierungseffekt war abhängig von der Säurekonzentration des Futters, den Keimzellen in den Bakteriennestern, der Dauer der Säureeinwirkung, dem Verhältnis zwischen Menge des rekontaminierenden, infektiösen Materials und dem behandelten Futter, der Propionsäure-Empfindlichkeit der rekontaminierenden Bakterien und den Stoffeigenschaften des Futters.
In Untersuchungen von MAYER et al. (1981) konnte gezeigt werden, daß keine Salmonellenstämme zu finden waren, die sich auf Nährböden mit 0,3 % Propionsäure oder mehr entwickeln konnten.
VANSTADEN et al. (1980) fanden bei Konzentrationen von 2 % Propionsäure in kontaminierten Tierkörpermehlen eine Reduktion von E. coli um 99,8 % bei 14-tägiger Reaktionszeit.
Salmonella typhimurium wurde durch 5 % Propionsäure zu 99,9 % abgetötet. Auch auf vegetative Clostridien (Cl. perfringens) wirkte Propionsäure reduzierend (94 %-ige Reduktion innerhalb 14 Tagen bei 3 % Propionsäure).

5. Parasitologische Risiken der Verfütterung von Schlachtabfällen

Zu dieser Thematik führte BÜRGER (1978) aus, daß infolge der gesetzlich vorgeschriebenen Erhitzung von tierischen Abfallprodukten die Verfütterung ausreichend erhitzter Verarbeitungsprodukte in keiner Weise ein parasitologisches Risiko darstellt.

Bei der Verfütterung von tierischem Magen-Darminhalt (Pansen-, Schweinemageninhalt) wäre nach Meinung des Autors das Risiko einer Ansteckung mit Parasiten 2 - 4 Tage nach der Schlachtung ziemlich gering.
Zu diesem Zeitpunkt wären die geschlechtsreifen Parasiten und die Ansteckungsstadien weitgehend abgestorben; die Vermehrungsstadien hätten sich dann noch nicht zur Ansteckungsreife entwickelt. Zur Klärung der Entwicklungs- und Überlebensmöglichkeit von Parasiten in siliertem oder getrocknetem Inhalt des Magen-Darmtraktes sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.
KAMPHUES (1980) stellte in Schweinemageninhaltsilage einen Gehalt von durchschnittlich 15-20 Askariden - und Tyroglyphideneier pro 100 kg Silage fest. In einem geringeren Umfang kamen noch dünnschalige Nematodeneier sowie Kokzidien vor. Bei der anschließenden Verfütterung dieser Silagen an Rinder konnten bei den Versuchstieren keine klinischen Erscheinungen beobachtet werden.

6. Tenazität tierpathogener Viren in Schlachtabfällen

Nach LANGE et al. (1978) führte eine fermentative Säuerung durch Milchsäure oder ein Zusatz von Mineralsäuren zu Schlachthofabfällen nicht zu der erforderlichen Virusinaktivierung. Besonders Entero-, Adeno-, Paramyxo und Papovaviren wiesen eine ausgeprägte Stabilität unter sauren Milieubedingungen pH:2 auf.
Bei silierten Schlachtabfällen (Pansen-, Schweinemageninhalt) schlossen PROST et al. (1968) die Verbreitung des Virus der Maul- und Klauenseuche bzw. der Schweinepest aus. KAMPHEUS (1980) wies besonders auf die pH-Stabilität des Aujeszky-Virus in siliertem Schweinemageninhalt hin. Eine größere Sicherheit bezüglich der virusinaktivierenden Wirksamkeit böte ein Hitzebehandlungsverfahren, da nach Angaben von LANGE (1978) tierpathogene Viren eine Temperaturresistenz bis 70° C 15 min. lang aufweisen.

7. Auswirkung der Verfütterung von aufbereiteten Schlachtnebenprodukten und Futterfetten auf Mast- und Schlachtleistung sowie auf die substantielle Beschaffenheit der Schlachttierkörper

Ausschlachtungsergebnisse bei Schweinemastversuchen nach Verfütterung von Tierkörpermehl bzw. einem Gemisch aus Tierkörpermehl und Schweineborstenmehl als Proteinträger veröffentlichten GRUHN & RAU 1979. Dabei erzielten die Mastgruppen folgende Ergebnisse:

	tgl. Zunahmen in g	Zweihälftengewicht in kg (schlachtwarm)	Speckdicke in mm	Qualitätsklassen-einstufung I	II	III	IV
				in %			
Gruppe I 100 % Tiermehl	597	96,9	23,6	12,5	58,3	12,5	16
Gruppe II 40 % Tiermehl, 60 % Borstenmehl	492	89,9	22,9	13,0	47,8	21,7	17

Als Ursache für die etwas ungüstigere Einstufung der Gruppe II nahmen die Autoren die annähernd gleiche Speckdicke bei niedrigerem Zweihälftengewicht an.

An 8 Schlachttierkörpern je Gruppe wurden sensorische Qualitätsbestimmungen durchgeführt. Für alle 16 Proben wurden nur unbedeutende, abweichende Nuancen in Geruch und Geschmack des Fleisches und seiner Brühe festgestellt. Bei beiden Gruppen waren die Unterschiede zwischen den sensorischen Werten (Geruch, Geschmack, Konsistenz) zufällig. Das Erzeugnis Schweinefleisch entsprach den geforderten Qualitätsbedingungen.

Beim Einsatz von Eiweißmischsilage wurden von 80 Tieren auf Grundlage der Schlachttierkörpervermarktung 51 % in Qualitätsklasse I/II, 35 % in III und 16 % in IV eingestuft.

Die Klassifizierung nach einem durch Kontrollzerlegung ermittelten Anteil wertvoller Teilstücke ergab, daß 47 Tiere in Qualitätsklasse I/II, 30 in III, 18 in IV und 5 in V eingestuft wurden. Als Ursache für die ungünstige Qualitätsklasseneinstufung wurde der verstärkte Fettansatz, der durch einen relativ hohen Energiegehalt des Futters (766 EFs/kg TrS.) und der daraus resultierenden hohen täglichen Zunahmen (648 g) bedingt wäre, angeführt.
Über Mast- und Schlachtleistungen von Schweinen, die mit Tierkörperhomogenisat als Alleinfutter gefüttert waren, berichtete SCHÜNEMANN (1983). Bei durchschnittlichen täglichen Zunahmen von 546,8 g wiesen die Tiere ein Zweihälftengewicht von 79,4 kg auf. Die Ausschlachtrate betrug 83,4 %. Von 6 Versuchstieren wurden 3 in die Handelsklasse III, 2 in II und I Tier in I eingestuft. Die Rückenspeckdicke auf HÖhe des letzten Lendenwirbels maß Ø 3,34 cm durchschnittlich.
Nach Verfütterung von Tierkörperhomogenisat an Mastschweine traf SCHÖNEN (1979) folgende Feststellungen: Die Fleischqualität war ohne Abweichungen von der Norm, einwandfrei und ohne Hinweise auf eine etwaige Beeinflussung durch die Mast mit Tierkörperhomogenisat. Geruch und Geschmack waren geprägt vom typischen Aroma eines durchgereiften, gekochten Schweinefleisches und zwar im Nackenfleisch und in der Oberschale.
Fremdgeruch ließ sich nicht im geringsten feststellen. Laboruntersuchungen an Schlachttierkörpern ergaben, daß die Aussaftung nach 24-stündiger Lagerung im Folienbeutel mit 4-5 % normal war.

In zahlreichen Untersuchungen wurde der Frage nachgegangen, ob die Menge und Art des Fettzusatzes zum Schweinemastfutter Einfluß auf den Verfettungsgrad der Tiere nehmen.
BAYLEY & LEWIS (1963) konnten bei weiblichen Tieren, die mit einer fetthaltigen Ration (10 % Mischfett) gefüttert wurden, im Vergleich zu weiblichen Tieren der Kontrollgruppe eine um 11 % signifikant größere Kotelettfläche feststellen.
Auch KRIPPL (1965) konnte durch einen Fettzusatz eine um ca. 15 % größere Kotelettfläche gegenüber Kontrolltieren bei Mastende erzielen.
Nach Literaturangaben (FÜRST & BERSCHAUER, 1981) konnte durch Fettzu-

lage im Futter kein eindeutiger Einfluß auf den Verfettungsgrad von Mastschweinen nachgewiesen werden, wenngleich einige Autoren signifikante Anstiege in der Rückenspeckdicke bei Einsatz von Futterfetten in der Schweinemast fanden.

Sogar bei einem isokalorischen Austausch von Kohlehydrat- gegen Fettenergie stellten BERSCHAUER etal. (1980) eine zunehmende Verfettung der Mastschweine fest. Als Ursache wurde auf der Basis der umsetzbaren Energie eine bessere Verwertung der Fettenergie für den Fettansatz als der Kohlehydratenergie angenommen (SCHIEMANN etal., 1980).

Weitere Einflußfaktoren der Fütterung auf die Fleischqualität des Schweines beschrieben FÜRST & BERSCHAUER (1981) in einem Übersichtsreferat. Als Einflußfaktoren wurden die Fütterungsintensität, die Futterrezeptur, die Futterzubereitung und die Fütterungstechnik angeführt. Dabei stellten sie heraus, daß mit zunehmender Fütterungsintensität die Schweine stärker verfetteten und durch den dabei steigenden intramuskulären Fettgehalt eine Farbaufhellung des Fleisches bewirkt wurde.

Dadurch wurde das Fleisch intensiv gefütterter Tiere häufig schlechter beurteilt. In der Mehrzahl der Untersuchungen schien jedoch das Fleisch restriktiv gefütterter Tiere weicher und wässriger zu sein.

Auch ein geringerer Proteingehalt in der Ration (10 % bzw. 12 %) führte zu höherer Saftigkeit und Zartheit des Fleisches, wobei die Unterschiede teilweise auch auf den höheren intramuskulären Fettgehalt zurückzuführen waren. Einige Autoren fanden bei den proteinärmer ernährten Schweinen in der Tendenz niedrigere pH Werte, wobei jedoch die Unterschiede sehr gering waren.
Die Faktoren Fütterungszubereitung und Fütterungstechnik nahmen keinen Einfluß auf die Fleischqualität, so daß entgegen häufig geäußerten Meinungen die Flüssigfütterung sich nicht nachteilig auf die Fleischqualität auswirkte. (FÜRST & BERSCHAUER, 1981).

8. Einfluß der Fettfütterung auf die Fettsäurezusammensetzung des Körperfettes bei Mastschweinen

Aufgrund der verschiedenen Fettstoffwechselwege wird bei Fettfütterung oberhalb des Erhaltungsbedarfes ein mehr oder weniger großer Anteil der Futterfettsäuren direkt ins Körpergewebe eingelagert, so daß während der Mastperiode ein für die Fütterung charakteristisches Depotfett entsteht. Die Fettdepots und die Organe werden jedoch in unterschiedlichem Ausmaße von der de-novo-Synthese bzw. den exogen zugeführten Fettsäuren beeinflußt und reagieren somit unterschiedlich auf das gleiche Futterfett.

Aus zahlreichen Untersuchungen (z.B. LÜCK et al., 1964; PRABUCKI, 1971; BERSCHAUER et al., 1980; SEHER et al., 1983; KÜHNE et al., 1984) geht hervor, daß die orale Zufuhr von mittelkettigen sowie von langkettigen ungesättigten Fettsäuren eine Anreicherung dieser Fettsäuren im Fettgewebe des Tierkörpers bewirkt.

PRABUCKI (1971) konnte nachweisen, daß steigende Mengen an Polyenfettsäuren im Futter zu einer entsprechenden Erhöhung ihres Gehaltes (bes. bei Linolsäure) im Depotfettgewebe (Speck und Niere) führten. Diese Erhöhung erfolgte vornehmlich auf Kosten der Palmitin- und Stearinsäure.

BERSCHAUER et al. (1980) setzten dem Futter 2 % Sojaöl zu und ermittelten im Rückenspeck der Versuchstiere einen Linolsäureanteil von 15,8 %, während die Kontrolltiere einen Anteil von 7,5 % Linolsäure aufwiesen.

Auch KÜHNE (1984) konnte durch Zusatzfütterung von Sojaöl zu einer Getreideration eine ausgeprägte Veränderung im Fettsäuremuster des Rückenspeckes feststellen. Dabei nahm der Gehalt an Linolsäure zu Lasten aller anderen Fettsäuren zu; in einem Getreidemastversuch (Mais) mit 3 %-igem Sojaölzusatz konnten im Rückenspeck 24,1 Gewichtsprozente Linolsäure (Kontrollgruppe 8,4 %) analysiert werden.

Detailliertere Untersuchungen zur Wirkung unterschiedlicher Mischungen ungesättigter Fettsäuren (Öl-, Linol- und Linolensäure) ohne Beeinflussung durch die Menge des Fettes im Futter oder eine Veränderung der umsetzbaren Energie führten SEHER et al. (1983) durch. Bei einer Steigerung des Ölsäureanteils im Futterfett bei gleichbleibenden Mengen der Polyenfettsäuren stieg der Gehalt an Ölsäure im Flomenfett von 33 % auf 40 % an, während die Palmitin- und Stearinsäuregehalte reduziert wurden.

Vermehrte Linolsäurezufuhr erhöhte ihren Anteil im Flomenfett erheblich. (Bis zu 15 % der Gesamtfettsäuren).
Auch die Konzentration an Linolensäure nahm nach entsprechender Anreicherung im Futter auf Werte im Flomenfett bis zu 12 % zu; gleichzeitig erniedrigte sich der Gehalt an Palmitin- und Stearinsäure im Flomenfett.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Die in der Einleitung angeführten Parameter wurden in Feldversuchen in verschiedenen Versuchsanordnungen entsprechend den praktischen Gegebenheiten geprüft, so daß kein biometrisch angelegter Versuchsplan aufgestellt werden konnte. Die bei den einzelnen Versuchsanstellungen vorgefundenen Bedingungen werden daher in den entsprechenden Abschnitten ausführlich beschrieben.

1. Material und Methoden

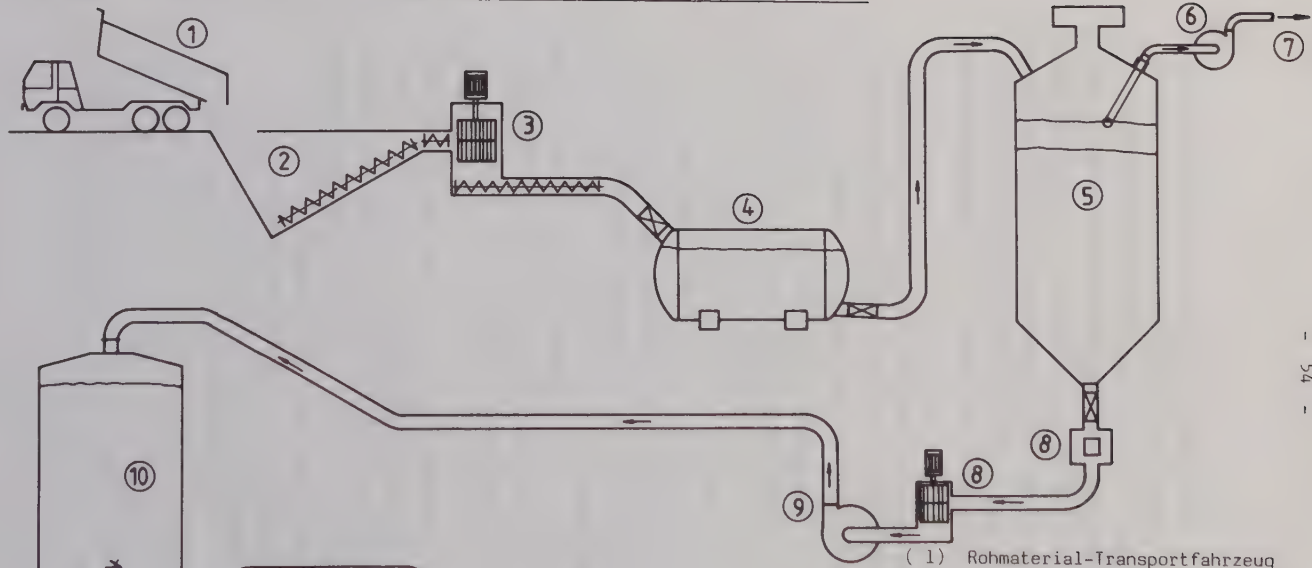
1.1. Rohmaterialien und Herstellungsverfahren des Tierkörperhomogenisats in der Tierkörperbeseitigungsanstalt

Als Rohwarenträger zur Herstellung von Tierkörperhomogenisat dienten Schlachtabfälle und verendete Tiere. Das in der TBA verarbeitete Rohmaterial resultierte zum größten Teil aus Schlachtabfällen und Konfiskaten von 2 EG-Schlachthöfen, in denen täglich ca. 4000 Schweine und wöchentlich ca. 500 Rinder geschlachtet wurden.
Um ein Endprodukt mit konstanten Werten an Inhaltsstoffen herstellen zu können, wurden die Rohwarenkomponenten vorselektiert. Nach einer betriebseigenen Rezeptur wurden dazu 70 % Schlachtabfälle einschließlich Konfiskaten, Schlachtblut und Schweineborsten und 30 % Kadaver ausgewählt und für die weitere Verarbeitung zusammengestellt.
Die Rohmaterialkomponenten (Schlachtabfälle mit Konfiskaten und Tierkörper) wurden aus den Transportcontainern in einen Rohwarenbunker entleert. Eine in der Rohwarenmulde eingebaute Transportschnecke förderte die Ware in einen Grobbrecher. Nach Zerkleinerung der Rohmaterialien wurden diese dem Siebkorbboden-Sterilisator zugeleitet. In dem Vorkocher, der nach dem Manteldampf-System arbeitete, wurden die Rohmaterialkomponenten gemäß § 5, Abs. 1 Tierkörperbeseitigungsanstalten-Verordnung bei 133°C (= 3 bar Dampfdruck) 20 min. lang bis zum Verfall der Weichteile heiß gehalten. Die Schweineborsten wurden aus dem Rohwarenbunker einem zweiten Vorkocher zugeleitet.

In gleicher Menge wurde Schlachtblut aus einem Vorratsbehälter ebenfalls in diesen Sterilisator gepumpt. Diese beiden Rohmaterialien wurden bei 156° C (= 6 bar Dampfdruck) 2 Std. lang behandelt. Diese Einwirkung erhöhter Temperatur und erhöhten Drucks war notwendig, um eine Hydrolyse der Borstenkeratine (Destruktuierung der Disulfidbrücken) zu erzielen. Das so aufbereitete Eiweiß kann durch Dünndarmenzyme in resorptionfähige Verbindungen gespalten werden. Da Schweineborsten während des Autoklavierungsprozesses leicht verleimen, wurden sie zusammen mit Schlachtblut verarbeitet.
Die autoklavierte Ware wurde aus dem Vorkocher in einen isolierten Zwischenlager- und Mischbehälter überführt. Hier wurden zunächst nur die beiden Chargen (Schlachtabfälle mit Konfiskaten und verendete Tiere) weiterverarbeitet. Nach Absetzen des Fettes innerhalb 12 Stunden wurde ein bestimmter Anteil des abgesetzten Fettes abgezogen. Erst danach wurden die fettarmen Komponenten (Schlachtblut und hydrolysierte Schweineborsten) zugeführt und mit den übrigen Anteilen vermischt.
Diese teilentfettete Ware passierte danach einen Feinbrecher, wobei sie eine flüssige bis leicht visköse, gut pumpfähige Konsistenz erhielt.
Die Grobpartikel waren auf eine maximale Korngröße von 2-3 mm zerkleinert.
Nach Passage des Feinbrechers wurde das Tierkörperhomogenisat in einen isolierten Endlagerbehälter gepumpt und heiß bevorratet. Das Tierkörperhomogenisat wurde während des Versuchszeitraumes von Juli 82 bis Oktober 83 wöchentlich 1-2 x in einer Gesamtmenge von 35 - 40 to produziert.

Während der Übergabe des Tierkörperhomogenisats aus dem Endlagerbehälter in den Transportbehälter des Tankfahrzeuges in der TBA wurde in das Verladeleitungssystem mittels einer Dosierpumpe Propionsäure (Luprosil ^{R}) in einer Menge eingebracht, die im T K H eine Konzentration von 0,4 % an Propionsäure garantierte. Die Propionsäure wurde dabei von der Dosierpumpe einem 300 l-Vorratsbehälter entnommen.
Einen Überblick über das Herstellungsverfahren gibt Abbildung 4.

Abb. 4 Verfahrensschema: Tierkörperhomogenisat der Tiermehlfabrik Mettingen



(1) Rohmaterial-Transportfahrzeug
(2) Rohwarenbunker
(3) Grobbrecher
(4) Siebkorbboden-Vorkocher
(5) Misch- und Vorratsbehälter
(6) Saugpumpe-Tierfett
(7) Lagerbehälter-Tierfett
(8) Magnetabscheider u. Feinbrecher
(9) Dickstoffpumpe
(10) Lagerbehälter-isoliert
(11) Dickstoffpumpe
(12) Vorratsbehälter-Propionsäure
(13) Dosierpumpe, Propionsäure
(14) Transportfahrzeug-TKH
(15) Mastbetrieb

1.2. Handhabung des Tierkörperhomogenisats durch den Tierhalter

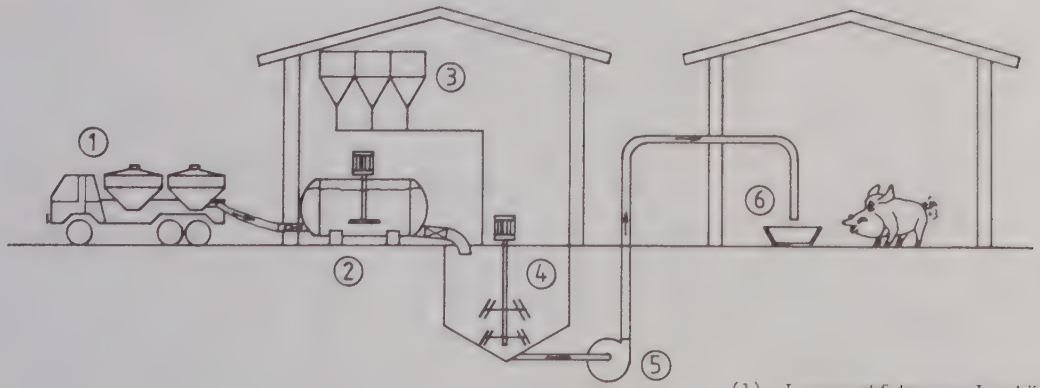
1.2.1. Transport und Lagerung

Die Abholung des Tierkörperhomogenisats erfolgte wöchentlich 2 x (der Zeitraum von der 1. bis zur 2. Abholung betrug 3 Tage) mittels eines Tankfahrzeuges, das von 2 Schweinemastbetrieben eingesetzt wurde.
Zu Anfang wurde ein Fahrzeug mit einem 10.000 l fassenden, verzinkten Behälter benutzt, während ab Mitte Februar 1983 ein Tankanhänger eingesetzt wurde, der einen isolierten, 4-fach-unterteilten Tankaufbau mit einem Gesamtvolumen von 16.200 l aufwies. Die Innenwandung des Behälters war kunststoffbeschichtet.
Nach Ankunft des Transportfahrzeuges im Mastbetrieb wurde das Tierkörperhomogenisat mittels einer am Fahrzeug installierten Dickstoffpumpe in einen stationären Lagerbehälter überführt. Die Lagerbehälter waren doppelwandig mit einer emaillierten Oberfläche ausgelegt. Das Nutzvolumen der Lagerbehälter betrug im Mastbetrieb I 11.000 l, im Mastbetrieb II 7.000 l. Zur Durchmischung des gelagerten Tierkörperhomogenisats war ein Rührwerk installiert. Die Lagerzeit erreichte maximal 90 Std. Der Lagerbehälter I war im Freien aufgestellt, während der Lagerbehälter II innerhalb eines Gebäudes installiert war.

1.2.2. Herstellung des Flüssigfutters im Mastbetrieb

Im Mastbetrieb wurde das Tierkörperhomogenisat zur Anmischung eines pumpfähigen Flüssigfutters dem Lagerbehälter 2 x täglich entnommen.
Vor jeder Entnahme wurde das TKH im Lagerbehälter mittels eines eingebauten Rührwerks durchmischt. Danach wurde es einem Anmischbottich in der jeweilig benötigten Menge zugeleitet. Nach Zugabe weiterer Futtermittel wurde das fertig angemischte Flüssigfutter mittels eines Flüssigfutter-Ringleitungssystems in die Stalltröge gepumpt.
Über die Verarbeitung des Tierkörperhomogenisats im Mastbetrieb gibt nachfolgende Abbildung 5 einen Überblick.

Abb. 5 Verfahrensschema: Tierkörperhomogenisataufbereitung - Mastbetrieb I



(1) Transportfahrzeug-Tierkörperhomogenisat
(2) Lagerbehälter-Tierkörperhomogenisat
(3) Vorratsbehälter-Ergänzungsfuttermittel
(4) Anmischbottich-Flüssigfutter
(5) Futterungspumpe
(6) Maststall

1.3. Nährwertanalysen ausgelieferter Tierkörperhomogenisatchargen

1.3.1. Probenmaterial und -entnahme

Die für die Nährstoffuntersuchungen benötigten Proben wurden nach der Verladung des Tierkörperhomogenisats in der TBA aus den mit Tierkörperhomogenisat gefüllten Transportbehältern entnommen. Dazu wurde ein aus V2A gefertigter, ca. 200 ml-fassender Probenstecher benutzt. Insgesamt wurden 2 Proben je 500 ml gezogen. Das mit Propionsäure konservierte Untersuchungsmaterial wurde in Plastikbehältnissen bis zum Versand bzw. Überbringung an das Untersuchungslabor gekühlt gelagert. Die Probenentnahme mit anschließender Nährwertuntersuchung erfolgte 1-2 x wöchentlich.

1.3.2. Untersuchungsmethoden

Die Untersuchung auf wertbestimmende Inhaltsstoffe wurde von der Landwirtschaftlichen-Untersuchungs- und Forschungs-Anstalt Münster oder vom Technischen-Untersuchungs-Laboratorium Huhn durchgeführt. Dabei wurden folgende Untersuchungsmethoden angewandt:

Trockensubstanz:	Dehydratation durch Vakuum-Gefriertrocknung
Rohprotein: (Rp)	Kjeldahl-Verfahren
Rohfett: (Rfe)	8-stündige Extraktion der Probe mit Petroläther im Soxhletapparat
Rohfaser: (Rfa)	Aufschluß mit Schwefelsäure; Rückstand aufschließen mit Natronlauge; Rückstand mit Aceton extrahieren; getrockneten Rückstand veraschen
Rohasche: (Ra)	Veraschung im Muffelofen bei 550 - 600° C
NfE:	Berechnung: TrS.-(Ra+Rp+Rfe+Rfa) = NfE
Mineralstoffe und Spurenelemente:	zunächst Herstellung einer Aschelösung, mit der die weiteren Bestimmungen durchgeführt werden
Kalzium und Magnesium:	Atomadsorptionsphotometrisch
Natrium und Kalium:	Flammenphotometrisch

Phosphor:	Photometrisch
Kupfer, Zink, Eisen, Mangan:	Atomadsorptionsphotometrisch
Aminosäuren:	die Bestimmung der Aminosäuren erfolgte in hydrolysierten Proben nach dem Prinzip der Ionenaustauscherchromatographie, wobei die Bestimmung mittels eines automatischen Aminosäurenanalysators durchgeführt wurde.

1.4. Mikrobiologische Untersuchungen

1.4.1. Probenmaterial und - entnahme

Entsprechend der Produktionstechnologie in der TBA und der anschließenden Verfahrenstechnik im Tierhaltungsbetrieb wurde zur Feststellung des Keimstatus des Tierkörperhomogenisats nach Herstellung in der TBA und zur Feststellung von Keimanreicherungen bzw. Rekontaminationen bei der Lagerung im Mastbetrieb folgendes Probenschema entworfen:

Probe I	: Tierkörperhomogenisatprobe,	entnommen bei der Verladung des Tierkörperhomogenisats aus dem End-Lagerbehälter der TBA in den Transporttank
Probe II	: Tierkörperhomogenisatprobe,	entnommen aus dem Lagerbehälter des Mastbetriebes I nach entsprechender Lagerzeit
Probe III	: Tierkörperhomogenisatprobe,	entnommen aus dem Lagerbehälter des Mastbetriebes II nach entsprechender Lagerzeit
Probe IV	: Flüssigfutterprobe,	entnommen aus dem Anmischbottich des Betriebes I nach Zudosierung von Tierkörperhomogenisat
Probe V	: Tupferprobe,	entnommen an der Lagerbehälterinnenwandung des Betriebes I nach Reinigung des Lagerbehälters

Probe VI	: Tupferprobe,	entnommen an der Lagerbehälterinnenwandung des Betriebes II nach Reinigung des Lagerbehälters
Probe VII	: Tupferprobe,	entnommen an der Transportbehälterinnenwandung nach Reinigung des Transportbehälters
Probe VIII	: Tupferprobe,	entnommen an der Lagerbehälterinnenwandung des Betriebes I nach Reinigung und Desinfektion des Lagerbehälters
Probe IX	: Tupferprobe,	entnommen an der Lagerbehälterinnenwandung des Betriebes II nach Reinigung und Desinfektion des Lagerbehälters
Probe X	: Tupferprobe,	entnommen an der Transportbehälterinnenwandung nach Reinigung und Desinfektion des Transportbehälters

Über die verschiedenen Lokalisationen der Probenentnahme geben Abbildungen 6a + b einen Überblick.

Abb. 6a Lokalisation der Probenentnahmen in der Tierkörperbeseitigungsanstalt

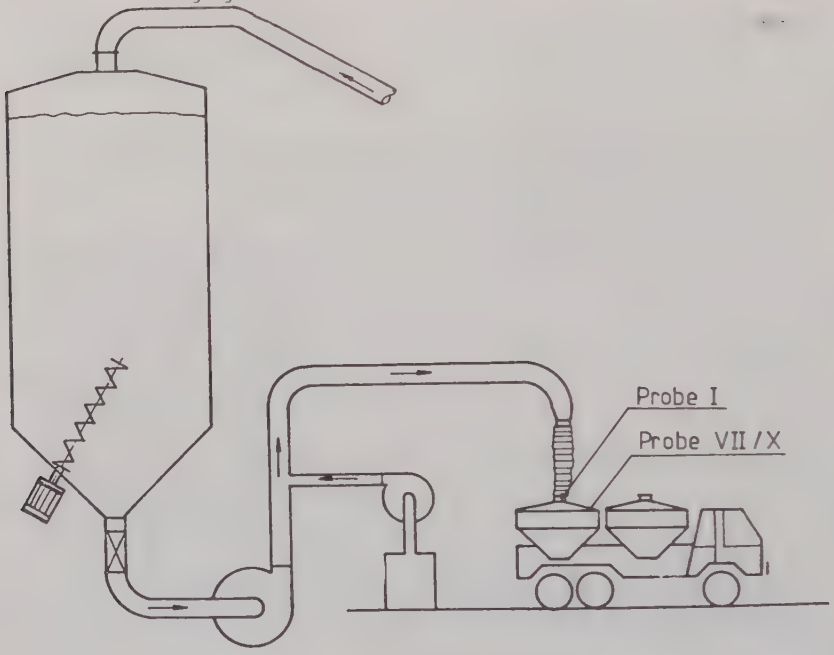
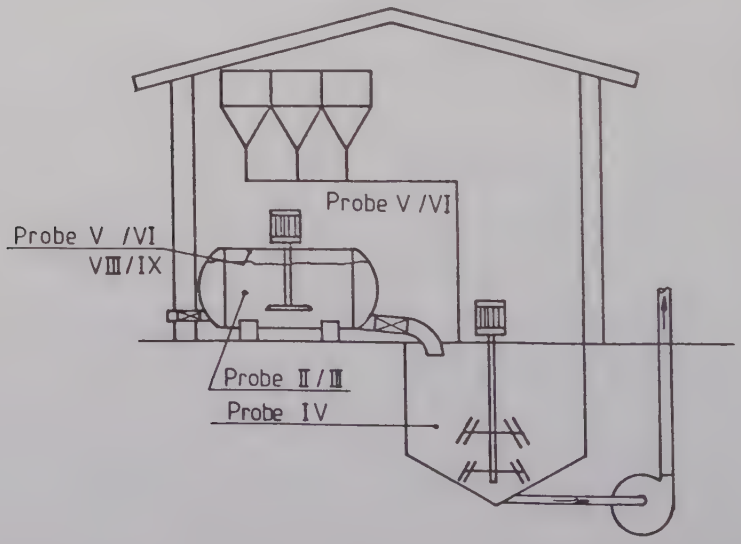


Abb. 6b Lokalisation der Probenentnahmen im Tierhalterbetrieb I/II



Die Probe I wurde zum Zeitpunkt der Verladung des Tierkörperhomogenisats unterhalb der Verladeleitung des stationären Bevorratungsbehälters der TBA mit Hilfe eines Probenstechers entnommen. Dazu wurde der aus V2A-Stahl gefertigte ca. 150 ml fassende und zuvor sterilisierte Probenstecher während der Verladung 5-6 x in den Flüssigkeitsstrom eingebracht. Bei jeder Entnahme wurden ca. 50 - 100 ml Tierkörperhomogenisat in ein steriles Glasgefäß mit Schraubverschluß überführt, wobei insgesamt 2 Behältnisse gefüllt wurden.
Diese wurden in einen mit Heißwasser (ca. 90° C) gefüllten Thermobehälter verbracht und zum Untersuchungsamt transportiert. Die Transportdauer betrug ca. 1 Stunde. Außerdem wurde während des Verladevorganges die Temperatur des Tierkörperhomogenisats ermittelt.

Die Probe II wurde nach 42-90-stündiger Lagerzeit des Tierkörperhomogenisats im Lagerbehälter des Betriebes I mittels eines Probenstechers gewonnen. Der Probenstecher war wie der zuvor beschriebene gefertigt. Es wurden 4 Proben je 80 ml entnommen und auf 2 sterile Glasgefäße verteilt. Außerdem wurde die Temperatur des Tierkörperhomogenisats zum Zeitpunkt der Entnahme gemessen.
Die Probe II wurde nach obiger Entnahmetechnik aus dem Lagerbehälter des Betriebes II gezogen. Auch hier wurde die Temperatur zur Entnahmezeit gemessen. Zusätzlich wurde während eines Versuchsabschnittes die Temperatur des gelagerten Tierkörperhomogenisats morgens und abends ermittelt, und zwar jeweils vor und nach der Durchmischung des Tierkörperhomogenisats mittels des eingebauten Rührwerks.
Die Probe IV wurde aus dem Anmischbottich des Betriebes I nach Fertigstellung eines pumpfähigen Flüssigfutters unter Zumischung des Tierkörperhomogenisats gewonnen.
Die Probe V stellte eine Tupferprobe dar, die mit einem Wattetupfer von der Innenwandung des Lagerbehältnisses des Betriebes I entnommen wurde. Nach Reinigung des Behälters mittels eines Kaltwasserhochdruckreinigungsgerätes oder eines Wasserschlauches wurde ein steriler Wattetupfer über die noch feuchte Oberfläche gestrichen. Dabei wurde der Tupfer über eine Wandfläche von 100 cm^2, die durch eine Schablone abgegrenzt war,ca. 10-mal horizontal, vertikal und diagonal unter häufigem Drehen des Tupfers geführt.

Die Auswahl der abzutupfenden Flächen beschränkte sich auf die durch ein Mannloch, das an der Stirnseite des Behältnisses angebracht war, in Armweite erreichbaren Oberflächen.
Die Probe VI wurde nach obiger Entnahmetechnik von der Innenwandung des Lagertanks des Betriebes II erhalten.
Die ProbenVII, IX und X wurden nach der auf die Reinigung folgende Desinfektion der Behältnisse entnommen. Die Desinfektion erfolgte mit einem Formaldehyd-Präparat in 2%-iger Anwendungskonzentration.
Die Einwirkungszeit betrug 2-3 Stunden. Die Entnahmetechnik glich zuvor beschriebenen Tupferproben. Die Wattetupfer wurden hierbei mit 0,1%-igem Peptonwasser angefeuchtet, da die Oberfläche nach der Einwirkungszeit des Desinfektionsmittels abgetrocknet war.

1.4.2. Untersuchungsmethoden zur Erfassung der wesentlichen Keimgruppen im Probenmaterial der TBA und der Betriebe I + II

Von je einer Probe Tierkörperhomogenisat bzw. Flüssigfutter wurden 10 g Material in 90 ml 0,1%-iges Peptonwasser (Merck Art.-Nr. 7214) eingewogen und ca. 30-60 min. lang nach Zugabe eines Magnetrührstabes auf einem Magnetrührgerät suspendiert. Von der Original-Suspension ausgehend wurden Verdünnungen durch Überpipettieren von 1 ml Suspension in 9 ml 0,1%-iges Peptonwasser bis zu einer Verdünnungsstufe von 10^{-8} angelegt.
Die mit 10 ml 0,1%-igem Peptonwasser versetzten Wattetupfer wurden in dem Reagenzglas durch wiederholtes Aufsetzen auf einen Whirl-Mix durchgemischt. Nach Entfernen des Wattetupfers wurden weitere Verdünnungen angelegt. Zur Bestimmung wesentlicher Keimgruppen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Gesamtkeimgehalt
   1.1. aerobe Gesamtkeimzahl
   Von der Original-Suspension und den nachfolgenden Verdünnungen wurden jeweils 2 Columbia-Blut-Agar-Platten (Oxoid-Art.-Nr.: CM 331 + 8 % Blut + 2 % Glucose) bzw. ab 30.12.82 Clostridien-Blut-Agar-Platten (RCM: Reinforced-Clostridial-Agar (Merck-Art.-Nr.: 5410) + 5 % Blut + 0,5 % Glucose mit je 0,1 ml Suspension betropft und ausgespatelt. Die anschließende Bebrütung erfolgte 48 Std. lang bei 37° C.

1.2. anaerobe Gesamtkeimzahl

Der Untersuchungsgang entsprach dem der Bestimmung der aeroben Gesamtkeimzahl. Die beimpften Nährböden wurden unter anaeroben Bedingungen im Anaerobierbrutschrank 48 Std. lang bei 37° C bebrütet.

Dazu wurde der Brutschrank bis zu einem Druck von 100 mm Hg evakuiert, dann mit Stickstoff auf 700 mm Hg gefüllt und erneut auf 100 mm Hg evakuiert. Anschließend wurde der Brutschrank wiederum mit Stickstoff auf 800 mm Hg befüllt.

2. Enterobacteriaceae

Von der Original-Suspension und den angelegten Verdünnungsstufen bis 10^{-4} wurden jeweils 0,1 ml Suspension auf 2 Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose-Agar (Oxoid.Art. Nr. CM 107) getropft und ausgespatelt. Die Nährböden wurden 48 Std. lang bei 37° C bebrütet.

3. Bazillen

Die auf den Blut-Agar-Platten (Columbia- bzw. RCM-Blut-Agar) wachsenden und makroskopisch aufgrund ihrer Morphologie als Bazillen - verdächtig einzustufenden Kolonien wurden mikroskopisch nach Gramfärbung untersucht.

4. Pseudomonadaceae

Zur quantitativen Bestimmung wurden die zur Untersuchung auf Enterobacteriaceae verwendeten Kulturen mit stabilisiertem Kovacs-Reagenz (Titriplex III 0,1 %; Na-thiosulfat 0,05 %; Tetramethyl- p - phenylendiaminhydrochlorid 0,2 %; Aqua dest. ad 100) überflutet. Alle sich blau färbenden Kolonien wurden als Pseudomonadaceae gezählt.

5. Hefen und Pilze

Als Nährmedium fand der Sabouraud-Glucose 2 %-Agar Verwendung (Oxoid-Art. Nr. CM 41). Die Bebrütung bei Raumtemperatur dauerte 3 - 5 Tage.

6. Laktobazillen

Zur Anzüchtung und quantitativen Keimzählung kam der Sorbinsäure-Agar pH: 5,0 (Merck-Art. Nr. 10451) zur Anwendung. Gelegentlich bei Entbehrung dieses Nährmediums wurden die Kolonien, die auf den Blut-Agar-Platten (Columbia- bzw. RCM-Blut-Agar) als Laktobazillen (unbewegliche, grampositive, cytochromoxydasenegative, katalasenegative, fakultativ anaerobe Stäbchen) zu identifizieren waren, ausgezählt. Die beimpften Sorbinsäure-Agar-Platten wurden aerob bei 30° C 2 - 3 Tage lang bebrütet.

7. Mikrokokken, Staphylokokken, Streptokokken

Als solche wurden die nach ihrer Morphologie auf den Blut-Agar-Kulturen als kokkenverdächtig einzustufenden Kolonien mittels Gram- und Nativpräparat identifiziert.

8. Clostridien

Als Kulturmedien wurde Leberbouillon (Merck-Art. Nr. 5464) benutzt. Die Leberbouillon wurde in Röhrchen auf ca. 95° C im Wasserbad erhitzt. 2 heiße Leberbouillon-Röhrchen wurden je Verdünnungsstufe mit jeweils 1 ml der entsprechenden Suspension beimpft. 2 weitere Leberbouillon-Röhrchen wurden erst nach Erkalten mit der jeweiligen Suspension der entsprechenden Verdünnungsstufe inokuliert. Ab Mitte Januar 1983 wurde dieses Verfahren modifiziert. Dazu wurde die Leberbouillon auf 95° C erhitzt. Nach dem anschließenden Erkalten auf Raumtemperatur wurden 4 Leberbouillon-Röhrchen mit je 1 ml der jeweiligen Verdünnungssuspension beimpft.

Zwei dieser Röhrchen wurden nach Inokulation 10 min. bei 80° C im Wasserbad erhitzt. Nach Überschichten mit einem Vaseline-Paraffin-Gemisch wurden die Bouillonröhrchen 48 Std. lang bei 37° C bebrütet. Um eine halbquantitative Aussage treffen zu können, wurde ein sogenannter "Anaeroben-Titer" (Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster) angegeben, wobei die höchste Verdünnungsstufe mit positiver Reaktion (Gasbildung) als Titer diente.

9. Salmonellen

Diese Untersuchung schloß eine Voranreicherung ein, wozu 2 x 25 g Einwaage mit je 225 ml 0,1 %-igem gepuffertem Peptonwasser versetzt wurden. Die Voranreicherung wurde 24 Std. lang bei 37° C vorgenommen.
Von der Voranreicherungssuspension wurden 10 ml in 100 ml Tetrathionat-Bouillon nach Preuß überpipettiert.
Diese Hauptanreicherung dauerte 18 Std. bei 37° C. Aus der Selektivbouillon wurde eine Öse Material auf je eine Lackmus-Laktose-Kristallviolett-Agar-Platte (Merck-Art. Nr. 5317 + 1,5 % Saccharose) und eine Brillantgrün-Phenolrot-Laktose-Saccharose-Agar-Platte überimpft. Die Elektivnährmedien wurden 24 Std. lang bei 37° C bebrütet.

1.4.3. Identifizierung der anaeroben gasbildenden Keimflora

Zur Differenzierung der in Leberbouillon gasbildenden Keimflora wurden die zur Bestimmung des "Anaeroben-Titers kalt/heiß" angelegten Leberbouillonkulturen benutzt. Dazu wurden 4 RCM-Blut-Platten bzw. 4 Columbia-Blut-Platten mit je 0,1 ml Leberbouillonkultur (heiß/kalt) - es wurde entweder die Leberbouillonkultur der Verdünnungsstufe gewählt, die 1-2 Zehnerpotenzen unter dem festgestellten "Anaeroben-Titer" lagen oder bei Vorliegen kleiner Titer (-1 bis -3) wurde die Leberbouillonkultur des jeweilig vorliegenden Titers benutzt - beimpft und je 2 Platten aerob bzw. anaerob 24 Std. lang bei 37° C bebrütet. Zusätzlich wurde von der jeweilig zur Überimpfung benutzten Leberbouillonkultur ein Grampräparat angefertigt.

1.4.4. Untersuchungsmethoden zur Erfassung der anaeroben Keimflora aus Probenmaterial der Betriebe III - IX

Nachdem im Winter 1983/84 für weitere Schweinemastbetriebe eine Ausnahmegenehmigung zur Verfütterung von Tierkörperhomogenisat erteilt worden war, wurden auch in diesen Betrieben Proben gelagerten T K H entnommen. Das Probenmaterial wurde in den Mastbetrieben aus den Lagerbehältern nach der unter 1.4.1. beschriebenen Methode gewonnen und gekühlt (+ 5° c) zum Institut für Fleischhygiene in Berlin transportiert (Dauer: 7 Std.).
Die bakteriologische Untersuchung des Tierkörperhomogenisats erstreckte sich nur auf die anaerobe Keimflora, insbesondere auf Clostridien. Hierbei wurden die sulfitreduzierenden Clostridien quantitativ mittels Kultivierung in SPS-Agar nach ANGELOTTI et al. nachgewiesen.
Die weitere Voridentifizierung der Clostridienarten erfolgte durch Überimpfen auf Glucose-Gelatine-Medium, Eisen-Milch-Medium, Eigelb-Agar und Tryptophan-Bouillon nach WERNER.

1.5. Untersuchungen auf Hemmstoffe

1.5.1. Untersuchungen auf Hemmstoffe in Tierkörperhomogenisat

1.5.1.1. Probenmaterial und -entnahme

Zur Bestimmung möglicher Restmengen an Hemmstoffen, die besonders durch verendete, medikamentös behandelte Tiere und Konfiskate in die Rohware eingebracht wurden, wurde Untersuchungsmaterial direkt bei der Verladung des Tierkörperhomogenisats in der TBA entnommen. Dazu wurde mit dem zuvor beschriebenen Probenstecher Tierkörperhomogenisat beim Füllen der Transportbehälter unterhalb des Verladerohres aufgefangen. Zu Anfang der Verladung wurde die Propionsäure-Dosierpumpe ausgeschaltet, um Probenmaterial ohne Konservierungsmittelzusatz zu erhalten. Anschließend wurde konserviertes Untersuchungsmaterial aus dem bereits befüllten Transportbehälter entnommen. Die Untersuchung auf Hemmstoffe erfolgteam Tage der Probenentnahme.

1.5.1.2. Hemmstofftest nach Anlage 4 AB.A zum FlBG als Agargel-Diffusions-Lochtest

Die Untersuchung auf Hemmstoffe erfolgte zunächst auf biologischem Wege im Hemmstoff-Test (Agardiffusionstest) mit dem Prüfstamm Bacillus "BGA" entsprechend der Anlage 4 AB.A zum FlBG. Dieser wurde als Agargeldiffusions-Lochtest ausgeführt. Dazu wurden aus dem Testnährboden (Testplatten pH: 6 und pH: 8) 4 zylindrische Löcher im Durchmesser von 8 mm ausgestanzt. Die Anordnung der 4 Ausstanzungen wurde so gewählt, daß sich in der Mitte jeden Viertelsektors der Petrischale mit einem sterilen Korkbohrer (Ø 8,5 cm) ein ausgestanztes Loch befand. Das Volumen der Nährbodenausstanzung errechnete sich bei einer Schichtdicke des Nährbodens von 2 mm zu 100 µl.
Vom Prüfmaterial wurde in jede zylindrische Ausstanzung 50 µl mit einer Eppendorf-Pipette eingefüllt. Zur Kontrolle der Empfindlichkeit der Testplatten wurde ein Filterpapier mit antibakteriell wirksamen Substanzen (0,01 I.E. Penicillin G-Na bei der Testplatte pH: 6 und 0,5 mg Streptomycin bei der Testplatte pH: 8) aufgelegt. Die Bebrütung der Testplatten erfolgte bei 30° C 24 Std. lang.
Als Ergebnis wurde die Breite der ringförmigen Zone mit vollständiger Wachstumshemmung des Bac. subtilis "BGA" um die Ausstanzung herum abgelesen. Dabei wurden einzelne Kolonien, die sich innerhalb einer sonst vollständigen Hemmzone entwickelten, außer Acht gelassen.

1.5.2. Untersuchungen auf Hemmstoffe im Schlachttierkörper

1.5.2.1. Probenmaterial und -aufbereitung

Als Probenmaterial wurde Schlachttierkörpern ein kubisches, ca. 50 - 100 g schweres Stück Nackenmuskulatur, die linke Niere und ein ca. 50 g schweres Stück Leber aus dem Lobus dexter medialis entnommen. Die Proben wurden gekühlt transportiert und am gleichen Schlachttag untersucht.

1.5.2.2. Hemmstofftest nach Anlage 4 AB.A. zum FlBG

Die Zusammensetzung und Herstellung des Nährbodens sowie die Sporensuspension entsprachen ebenfalls der Anlage 4 AB.A. des FlBG. Die Oberfläche der Proben wurde mit einem sterilen Skapell abgetragen. Mit einem sterilen Korkbohrer (8 mm) wurde je ein Probenstück herausgestanzt. Hiervon wurden zwei Scheiben von 2 mm Dicke abgeschnitten und auf die Nährböden von pH 6 und 8 verbracht.
Die Nährböden wurden 18 - 24 Std. bei 30° C bebrütet.

1.5.3. Identifizierungsversuche der im Hemmstofftest antibakteriell wirkenden Substanzen

1.5.3.1. Modellversuche zur Thermostabilität einiger Antibiotika/Chemotherapeutika

Da das Spektrum der therapeutisch oder prophylaktisch angewandten Antibiotika/Chemotherapeutika relativ breit und die quantitativen Analysenmethoden für die einzelnen Verbindungen erheblichen Laboraufwand benötigen - im Rahmen dieser Arbeit standen für diese Untersuchungen keine finanziellen Mittel zur Verfügung - sollte durch experimentelle Zugabe von Antibiotika/Chemotherapeutika zu frischem Tierkörperhomogenisat der Verlust der biologischen Aktivität dieser Substanzen infolge Autoklavierung in Modellversuchen ermittelt werden. Hierzu wurde frisches, homogenisiertes Tierkörperhomogenisat mit Zusatz von Antibiotika/Chemotherapeutika (Tetracyclin, Oxytetracyclin, Neomycin, Streptomycin, Erythromycin, Chloramphenicol), sowie entsprechend konzentrierte wässrige Lösungen bzw. Suspensionen der Antibiotika/Chemotherapeutika einer parallelen Behandlung unterworfen. Das Tierkörperhomogenisat wurde zuvor mit Äther extrahiert, um unspezifische positive Hemmstoffreaktionen (z.B. durch Fettsäuren) abzugrenzen.
Als Behandlungsmaßnahmen wurde eine Autoklavierung eines Parallelansatzes bei 133° C und 3 bar 15 min. lang durchgeführt, während der andere Parallelansatz unbehandelt blieb.

Die gewählten Konzentrationen der Hemmstofflösungen (Antibiotika/ Chemotherapeutika) entsprachen den in den Ausgangsmaterialien des Tierkörperhomogenisats zu erwartenden Mengen an Antibiotika/Chemotherapeutika. Die Berechnung der zu erwartenden Hemmstoffkonzentrationen in der Rohware wurde unter folgenden Kriterien durchgeführt:

I. Der mit Hemmstoff belastete Anteil der Rohware resultierte aus den mit Antibiotika/Chemotherapeutika behandelten Tieren. Diese stellten ca. 30 % der Rohware entsprechend der betriebseigenen Rezeptur dar, wobei jeweils zur Hälfte Rinder bzw. Schweine anteilig sind.

II. Alle zur Verarbeitung gelangenden verendeten Tiere wären mit der jeweiligen therapeutischen Dosis behandelt worden, wobei diese beim Schwein im Bereich von 10-40 mg/kg KGW und beim Rind im Bereich von 5-20 mg/kg KGW für die oben angeführten Hemmstoffe schwankt. Es wurde eine durchschnittliche therapeutische Dosis von 20 mg/kg KGW angenommen.

III. Allen Tieren würde nur das gleiche Antibiotikum/Chemotherapeutikum appliziert werden. Hierbei wird der Abbau bzw. die Ausscheidung der angewandten Hemmstoffe vom Zeitpunkt der Applikation bis zur Verarbeitung in der Tierkörperbeseitigungsanstalt nicht berücksichtigt.

Bei einer therapeutischen Dosis von Ø 20 mg/kg KGW ließe sich eine Antibiotikakonzentration in der Rohware von 6,7 mg/kg errechnen, da die Rohware zu 30 % aus Tierkörpern resultierte. Ohne Inaktivierung der Hemmstoffe durch Autoklavierung wären somit maximal 6,7 mg Antibiotikum/ Chemotherapeutikum/kg Tierkörperhomogenisat zu erwarten.
Im anschließenden Hemmstofftest (Agargellochtest) wurden 50 µl der verschiedenen Chargen in die Agargelausstanzungen (Ø 8 mm) pipettiert.
Für die zu erwartenden Hemmstoffkonzentrationen ließe sich somit in dem Auftragsvolumen von 50 µl eine Menge von 0,333 µg berechnen. Die absolute Hemmstoffdosis von 0,5 µg bzw. 0,1 µg der jeweils im Modellversuch eingesetzten Antibiotika stellen somit äquivalente Werte dar. Die Auswertung erfolgte wie zuvor beschrieben.

1.5.3.2. Hemmstofftest nach Anlage 4 AB.A zum FlBG unter Verwendung von Referenzsubstanzen (Fettsäuren)

Da sich nach Durchführung des Hemmstofftestes mit TKH als Probenmaterial positive Ergebnisse ergaben, wurde zur Identifizierung der im Tierkörperhomogenisat vorliegenden bakterizid bzw. bakteriostatisch wirkenden Substanzen der Hemmstofftest mit einigen Referenzsubstanzen wiederholt. Als solche wurden die Fettsäuren Linolsäure, Ölsäure und Propionsäure ausgewählt. Die Fettsäuren wurden als wässrige Lösungen (Propionsäure) oder als wässrige-äthanolische Suspensionen (Öl- bzw. Linolsäure) eingesetzt. Die Konzentration dieser Lösungen bzw. Suspensionen betrugen 0,001 M - 0,05 M bei Öl- und Linolsäure 0,2 - 2,0 % bei Propionsäure. Um eine mögliche Beeinflussung der antibakteriellen Wirkung des eingesetzten Tierkörperhomogenisats durch Inhaltsstoffe des Tierkörperhomogenisats (bereits vorliegende freie Fettsäuren), wurde das Tierkörperhomogenisat einer dreimaligen Extraktion mit Äther/Petroläther unterzogen.
In die jeweiligen Ausstanzungen der Hemmstoffplatten wurden 50 µl einpipettiert.

1.5.3.3. Anwendung chemisch-physikalischer Methoden

Zur weiteren Identifizierung der im Hemmstofftest antibakteriell wirkenden Fettsäuren wurde versucht, die Fettsäuren durch gaschromatographische Bestimmungen im Tierkörperhomogenisat nachzuweisen. Hierbei wurde nur der Anteil an freien Fettsäuren mit mehr als 8 C-Atomen analytisch erfaßt.

1.6. Schwermetallrückstände in Tierkörperhomogenisat

1.6.1. Probenmaterial und -entnahme

Zur Erfassung der Rückstandbelastung von Tierkörperhomogenisat mit Schwermetallen wurden 3 Proben TKH auf die Schwermetalle Cadmium und Blei untersucht.

Das hierzu erforderliche Probenmaterial wurde bei Verladung des Tierkörperhomogenisats in der TBA den bereits gefüllten Transportbehältern mittels eines Probenstechers entnommen. Der Probenumfang umfaßte 2 - 3 kg je Probe, wobei das Material nur einer Produktionscharge entstammte. 2 Proben wurden bis zur Untersuchung in der Landwirtschaftlichen-Untersuchungs- und Forschungsanstalt Münster bei -18° C in Plastikbehältnissen tiefgefroren.

1.6.2. Aufbereitung und Nachweismethoden

Das Probenmaterial wurde zunächst trocken bei 450° C im Muffelofen verascht. In der salzsauren Aschelösung wurden Cadmium und Blei polarographisch bestimmt (LUFA-Münster)

1.7. Biozide im Tierkörperhomogenisat, Tierkörpermehl und Tierkörperfett

1.7.1. Probenmaterial und -entnahme

Zur Feststellung der Belastung des Tierkörperhomogenisats durch Biozide wurden aus 8 verschiedenen Chargen Tierkörperhomogenisat je 2 Proben á 300 - 500 g gewonnen. Dazu wurde nach Verladung des Tierkörperhomogenisats in der TBA Untersuchungsmaterial den befüllten Transportbehältern mittels Probenstecher entnommen.
Die Proben wurden bis zur Untersuchung bei -18° C tiefgefroren.
Um die Rückstandssituation im Tierkörperhomogenisat mit konventionell in TBA's hergestellten tierischen Futtermitteln vergleichen zu können, wurden auch Tiermehle und Tierfette der gleichen Produktionsstätte überprüft. Dazu wurden Proben an dem jeweiligen Tag, an dem auch die zuvor beschriebenen Proben Tierkörperhomogenisat genommen wurden, den entsprechenden Chargen entnommen. Zur Untersuchung gelangten aus 4 Tiermehlchargen je 2 Proben á 600 g und aus 2 Tierfettchargen je 1 Probe á 250 g. Sämtliche Analysen wurden vom Chemischen Landesuntersuchungsamt Münster durchgeführt.

1.7.2. Aufbereitung und Nachweismethode

Die Untersuchung auf Organochlorbiozide erfolgte nach Extraktion von Fett aus dem tierischen Material. Nach flüssigkeitschromatographischer Reinigung der Fettextrakte wurden die chlorierten Kohlenwasserstoffe anhand von Vergleichsstandards gaschromatographisch bestimmt. (Chemisches Landesuntersuchungsamt Münster)

1.8. Überprüfung der Mastleistung während der Versuchsperiode

1.8.1. Haltung und Fütterung der Versuchstiere

Da die Haltungs- und Fütterungsbedingungen in den beiden Schweinemastbetrieben Unterschiede aufwiesen, und auch innerhalb der beiden Mastbetriebe die Versuchsdurchgänge unter differierenden Bedingungen abliefen, werden die jeweiligen speziellen Versuchsbedingungen im Ergebnisteil ausführlich besprochen.

1.8.2. Gewichtsermittlung

Zur Ermittlung der täglichen Zunahmen der Versuchstiere wurden im Mastbetrieb I während der ersten beiden Versuchsperioden aus der betreffenden Stallabteilung Tiere aus 2 Buchten (= 1 Bucht mit Doppeltrog) ausgewählt und wöchentlich 1 x am gleichen Wochentag und zur gleichen Tageszeit auf einer betriebseigenen, fahrbaren geeichten Viehwaage verwogen. Bei den weiteren Versuchsgruppen wurden jeweils Aufstallungs-, Versuchsanfangs- und Ausstallungsgewichte der Versuchstiere ermittelt.
Die Einstallungsgewichte ergaben sich aus den bei der Verladung und Verwiegung der Ferkel im Ferkelerzeugerbetrieb festgestellten Verkaufsgewichten.
Die Gewichte der zur Schlachtung ausgestallten Tiere am Ende der Versuchsperiode wurden nach der Schlachtung im jeweiligen Schlachthof als Zweihälftengewichte angegeben. Zur weiteren Umrechnung von Zweihälftengewicht auf Lebendgewicht wurde bis zum 01. Januar 1983 eine mittlere Ausschlachtungsrate von 80,0 % , ab 01. Januar 1983 eine solche von 81,6 % angenommen.

Zur betrieblichen Eigenkontrolle wurde an mehreren Versandtagen nach 8-10-stündiger Nüchterung der Versuchstiere das Lebendgewicht ab Hof durch Wägung auf einer hofeigenen Fuhrwerkswaage ermittelt.
Im Mastbetrieb II wurde während der gesamten Versuchszeit das Gewicht der eingestallten Ferkel kurz vor der Einstallung auf einer öffentlichen Fuhrwerkswaage ermittelt.
Die Errechnung des Lebendgewichtes erfolgte wie zuvor.

1.8.3. Durchfallhäufigkeit

Die Kotkonsistenz wurde bei einigen Versuchsgruppen des Betriebes I kontinuierlich kontrolliert und während der jeweiligen Kontrollgänge (während bzw. nach der Fütterung) beurteilt. Die abweichende Kotkonsistenz wurde als flüssig oder pastös bis weichgeformt nach subjektiven Beobachtungskriterien eingestuft. Dabei diente als Vergleich für die Abweichungen die physiologische Kotkonsistenz: fest und geformt.

1.8.4. Tierverluste

Die Gesamtverluste errechneten sich aus der Zahl der verendeten Tiere und der vorzeitig zur Schlachtung veräußerten Tiere, die ein Lebendmassegewicht zwischen 60 kg und 80 kg aufwiesen. Die Abgangsursachen wurden entweder durch Sektionen im Veterinäruntersuchungsamt Münster diagnostiziert oder durch eigene Untersuchungen bzw. durch Mitteilungen des Betriebsinhabers erfaßt.
Zu den Tierverlusten wurden auch die auf dem Transport vom Ferkelerzeugerbetrieb zum Mastbetrieb verendeten Tiere gezählt.

1.8.5. Berechnung der mittleren Mastdauer

Da die Versuchstiere nicht an einem einzigen Tage zur Schlachtung abgegeben wurden, mußte eine mittlere Mastdauer errechnet werden. Dazu wurden die vom Einstallungstag bis zum Schlachttermin verstrichenen Tage errechnet.

Die sich ergebende Anzahl an Masttagen wurde mit der jeweiligen Zahl der Versuchstiere multipliziert und die jeweiligen Produkte wurden summiert. Diese Summe wurde durch die Gesamtzahl der Masttiere der entsprechenden Versuchsperiode dividiert. Der errechnete Quotient stellte die mittlere Mastdauer in Tagen dar.

1.9. Untersuchungen zur substantiellen Beschaffenheit von Muskulatur und Organen der Mastschweine

1.9.1. Bestimmung der allgemeinen Fleischqualitätsparameter (pH-Wert, Rigor, Wasserbindungsvermögen) für Schweineschlachttierkörper

An mehreren Schlachttagen (Nov., Dez., Jan., März, Okt. 1982/83) wurden die Fleischqualitätsparameter pH-Wert, Rigor und Wasserbindungsvermögen an Schlachttierkörpern von Versuchstieren, die 5 - 6 Std. vor der Schlachtung im Mastbetrieb I/II verladen worden waren, überprüft. Die Transportdauer lag bei ca. 1,5 Std. Vergleichende Messungen an Schlachttierkörpern von Kontrolltieren, die der gleichen Rasse angehörten und unter ähnlichen Haltungs-, Fütterungs- und Transportbedingungen wie die der Versuchstiere gemästet waren, wurden durchgeführt. Die Auswahl war durch die je Schlachttierkörper benötigte Untersuchungszeit und die während des Bandumlaufes diskontinuierliche Reihenfolge der am Schlachtband hängenden Schlachtkörper größtenteils vorgegeben. Der Kontrollzeitpunkt aller drei Parameter lag 40 - 45 min. post mortem.

Zur elektrometrischen pH-Wertbestimmung am Schlachttierkörper wurde ein tragbares pH-Meßgerät (Portamess 902, Firma Knick) eingesetzt. Die Einstichelektrode wurde am jeweiligen Meßtage zur Messung vorbereitet und mit 2 Eichpufferlösungen (pH: 6,865 und pH: 4,01, Firma Ingold) eingestellt. Zur Messung des pH-Wertes wurde als Prüfstelle der M. semimembranosus gewählt. Die genaue Lokalisation lag ca. 5 cm vom caudalen Ende der Beckensymphyse im Winkel von 120° oberhalb der Symphyse. Zur Messung wurde die Elektrode ca. 2,5 cm tief in die Muskulatur eingestochen.

Für eine nachfolgende 2. Messung wurde die Elektrode an der gleichen Lokalisation in einem von dem ersten Einstich leicht abweichenden Winkel in die Muskulatur eingestochen.

Messung des Rigors

Die Messung des Rigors der Muskulatur wurde mit einem hierfür speziell entwickelten Gerät (Rigor-Meter, Institut Schoonoord) vorgenommen. Als Prüfstelle wurde der M. semimembranosus gewählt. Zur Messung wurde das Rigor-Meter auf eine von Sehnen und Fett freie und nicht abgetrocknete Muskelfläche vertikal aufgesetzt und bis zu einer vorgegebenen Arretierung angepreßt. Auf einer am Rigor-Meter angebrachten Skala konnte der ermittelte Meßwert in mm abgelesen werden. Diese Messung wurde unter gleichen Bedingungen wiederholt.

Durchführung der Filterpapierpreßprobe

Zur Ermittlung des auspreßbaren Gewebewassers wurde die Filterpapierpreßprobe mit dem Braunschweiger Kompressorium (Fa. Chiron) durchgeführt. Als Probenmaterial wurden zwei ca. 300 mg schwere Muskelstückchen aus dem M. semimembranosus der Schlachttierkörper herausgelöst. Für die Preßprobe wurde das Filterpapier der Firma Schleicher & Schüll No. 1117 verwendet. Die nach Ablauf der erforderlichen Preßzeit von 5 min. auf dem Filterpapier sich abzeichnenden Preßflächen (Fleischfläche und Flüssigkeitsfläche) wurden mit Bleistift umrandet.

Auswertung
pH-Messung

Bei der pH-Wert-Bestimmung wurde der Mittelwert beider pH-Messungen errechnet und angegeben.

Rigor-Messung

Auch hier wurde der sich aus beiden Messungen ergebende Mittelwert angegeben.

Filterpapierpreßprobe

Die Auswertung der entstandenen Preßflächen erfolgte mittels eines Schablonenaufsatzes nach REUTER (1982). Dabei wurden den annähernd kreisförmigen Flächen (Fleischfläche und Flüssigkeitsfläche, wobei Gesamtfläche = Fleischfläche + Flüssigkeitsfläche) entsprechende Schablonen aufgelegt. Den sich dabei ergebenden Durchmessern dieser Flächen wurden Schablonenwerte entsprechend einer Tabelle zugeordnet.
Anhand einer Referenztabelle ließ sich das Verhältnis beider Flächen als Quotient Q ablesen, wobei Q = Fleischfläche : Gesamtfläche war.

Normalwerte bzw. Richtwerte für erhebliche Fleischqualitätsabweichungen sind für die Fleischqualitätsparameter pH-Wert, Rigor und Wasserbindungsvermögen bei REUTER (1982) angegeben.

1.9.2. Schlachttierkörperbewertung

Alle Versuchstiere, die am Schlachthof in B. zur Schlachtung gelangten, wurden einer Klassifizierung gemäß Verordnung über gesetzliche Handelsklassen vom 29. Oktober 1971 (geändert 28.05.1976) unterzogen.
Dabei wurden die Schlachttierkörper durch einen vereidigten Klassifizierer 45-50 min. post mortem beurteilt, wobei die Klassifizierung durch subjektive Bewertung der Fleischfülle in den fleischtragenden Körperpartien, nämlich Schinken, Kotelettsträngen, Schulter und Bauch, und durch Bewertung des Fettgewebeanteils aufgrund der Rückspeckdicke, bezogen auf das Gewicht der Schweinehälften, erfolgte.

Die Handelsklasseneinstufung wurde bei Ermittlung des Zweihälftengewichtes gleichzeitig auf der Wiegekarte miterfaßt.

1.9.3. Sensorische Bewertung

1.9.3.1. Auswahl des Probenmaterials

Aus der Gesamtzahl der Kontroll- und Versuchstiere wurden am Ende der Mastperiode einige Tiere ausgewählt, die im Schlachthof einer Fleischwarenfabrik der Schlachtung zugeführt wurden. Proben wurden ausgewählten Schlachttierkörpern, bei denen schon 24 Std. zuvor die in 1.9.3.1. beschriebenen Fleischqualitätsparamter untersucht worden waren, entnommen. Als Probenmaterial für die sensorischen Untersuchungen diente Rückenmuskulatur (M. longissimus dorsi) in Höhe der 5. - 10. Rippe und Rückenspeck in gleicher Lokalisation. Von Versuchs- und Kontrolltieren wurden Proben in gleicher Anzahl 24 Std. post mortem bei 4° C Lagerungstemperatur gewonnen und anschließend bei -18° C 2-4 Wochen lang gelagert.

1.9.3.2. Triangeltest, gekoppelt mit bewertender Prüfung

Das sensorische Prüfverfahren der Dreiecksprüfung stellt eine Möglichkeit dar, sensorische Unterschiede bzw. Übereinstimmungen zwischen zwei Proben festzustellen. Es sollten hierbei mögliche organoleptische Unterschiede zwischen Muskulatur- bzw. Fettproben von Versuchs- und Kontrolltieren erfaßt werden. Gefundene Unterschiede sollten in der anschließenden bewertenden Prüfung näher charakterisiert und benotet werden.

Der Triangeltest wurde gemäß DIN-Vorschrift 10951, die bewertende Prüfung mit Skala gemäß DIN-Vorschrift 10952 durchgeführt.
Für die Verkostung standen 5 Prüfpersonen zur Verfügung, die als Einzelprüfperson eingesetzt wurden. Um die erforderliche Anzahl von Urteilen für eine signifikante Aussage zu erzielen, mußten die Proben eines Schlachttierkörpers jedem Prüfer zweimal zur Testung vorgelegt werden. Die Prüfung wurde in einem gleichmäßig hell ausgeleuchteten, geräuscharmen und geruchsneutralen Raum durchgeführt, so daß die Anforderungen der DIN-Vorschrift E 10982 erfüllt werden konnten.

Für die zu garenden Muskelproben wurden Bechergläser (Duran^{R}, 400 ml, hohe Form, ohne Ausguß) verwendet. Als Abdeckung und gleichzeitig als Unterlage beim Verkosten dienten Deckel und Böden von Glaspetrischalen (Ø 10 cm). Für die Ausschmelzprobe des Rückenspecks wurden als Ausschmelzgefäße kleine Alu-Becher (Ø 3 cm), die durch Überstülpen von Aluminiumfolie (Stärke 1/100 mm) auf zylindrische Gefäße gefertigt wurden, eingesetzt.

Als Probenmaterial für die Kochprobe wurden aus dem M. longissimus dorsi Fleischwürfel von ca. 3 cm Seitenlänge und 2 cm Dicke, möglichst fettarm und sehnenfrei, zugeschnitten und zusammen mit einem Teelöffel Wasser in die Prüfgläser verbracht. Nach Abdecken mit Glasdeckeln (Glaspetrischalen) wurden die Muskelstückchen für 2,5 min. in einem Mikrowellenherd (Bosch Typ MG 60) gegart. 6 Proben (für 2 Prüfer) konnten so gleichzeitig bereitet werden.

Für die Ausschmelzproben wurde Rückenspeck in kleine Würfel (Kantenlänge bis ca. 4 mm) zerteilt und in einer Menge von 10-20 g in die Alu-Einwegbehältnisse verbracht.
Die Alu-Becher wurden zur Erhitzung in eine Bratpfanne gestellt. Die Einzelproben wurden mit zweistelligen Zufallszahlen verschlüsselt. Während des gesamten Prüfdurchganges wiederholte sich keine der Zufallszahlen. Es lagen somit jedem Prüfer Proben mit unterschiedlichen Zahlen vor.
Bei der Ausschmelzprobe hingegen wurden den Prüfern Proben gleicher Bezeichnung dargereicht, da hier die Prüfer der Reihe nach die gleichen Dreier-Probengruppen sensorisch beurteilten.
Für die organoleptische Prüfung der gegarten Muskelproben wurden diese den Prüfern in den abgedeckten Bechergläsern vorgelegt; dabei wurden die Gläser während der Prüfung auf Wärmeplatten (Rechaud) warmgehalten.
Die Glasdeckel dienten als Unterlage bei der Verkostung. In einer vorgelegten Dreier-Probengruppe waren Versuchs- und Kontrolltierproben mit den Verteilungsmöglichkeiten 2 Kontrolltierproben + 1 Versuchstierprobe oder 2 Versuchstierproben und 1 Kontrolltierprobe enthalten.

Aus jeder Dreier-Probengruppe - dabei wurden Versuchs- und Kontrolltierproben im Dreieck zufällig angeordnet - sollte nun die von den beiden anderen abweichende Einzelprobe herausgefunden und auf einem Protokollbogen anhand der zugeteilten Zufallszahl angegeben werden.
Anschließend wurden in der bewertenden Prüfung die Einzelproben nach den Kriterien Geruch, Geschmack und Konsistenz nach einer Punkteskala von 1 - 3 benotet. Ein Beurteilungsschlüssel ordnete der Note 1 die überdurchschnittlichen Fleischeigenschaften, der Note 2 durchschnittliche Qualität und der Note 3 eher negative Merkmale zu.
Zur Erfassung dieser Kriterien wurde bei den noch heißen und auf Wärmeplatten warm gehaltenen Bechergläsern mit den gegarten Fleischstücken unmittelbar nach Abheben des Glasdeckels der austretende Dampf geruchsmäßig überprüft. Anschließend wurden den Bechergläsern die gegarten Muskulaturproben entnommen und nach Geschmack und Konsistenz beurteilt.
Für die sensorische Beurteilung der ausschmelzenden Rückenfettproben wurden diese der Bratpfanne mittels einer Tiegelzange entnommen und geruchlich bewertet. Die in einer Dreier-Probengruppe abweichende Einzelprobe sollte auf einem Protokollbogen anhand ihrer zugeteilten Zufallszahl angegeben werden. Außerdem war der Geruch der Fettproben nach einem Bewertungsschlüssel zu benoten.

Zur Auswertung wurden die Ergebnisse der Triangelteste gleichen Prüfgutes zusammengestellt und aus der Tabelle 1 der DIN-Vorschrift 10 951 wurde entnommen, ob sich statistisch gesicherte Unterschiede ergeben haben.
Für die weitere biometrische Auswertung wurden die im Dreieckstest richtig abgegebenen Urteile unterteilt in Urteile, die die Versuchstierproben positiver im Vergleich zu Kontrolltierproben werteten und solche, bei denen die Versuchstierproben negativer bewertet wurden. Für diese Einteilung wurde den Merkmalen Geruch und Geschmack der größere Stellenwert zugemessen.
Zur Auswertung der bewertenden Prüfung wurden nur die Beurteilungen derjenigen Prüfer herangezogen, die im vorausgegangenen Triangeltest die jeweilige Probe richtig erkannt hatten. Die relative Häufigkeit der einzelnen Kriterien bei Versuchs- und Kontrolltieren wurde graphisch dargestellt.

Da sich während des Verlaufes der sensorischen Tests mit Versuchs- und Kontrolltierproben in mehreren Fällen signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrolltieren ergaben, wurde zur statistischen Absicherung der Aussage, daß eine sensorische Beeinflussung der Fleischqualität durch Verfütterung von TKH eintritt, Triangeltests mit anschließender bewertender Prüfung ausgeführt, bei denen ohne Wissen der Prüfpersonen ausschließlich Kontrolltierproben eingesetzt wurden. Das Gesamtkollektiv der Kontrolltierproben wurde in die Kontrolltiere A und B unterteilt, wobei dieses nach dem Zufallsprinzip geschah. In der Dreiecksprüfung wurden jeweils die Proben A und B in einem Triangel angeboten.
Die Kontrolltierproben waren unter den schon zuvor beschriebenen Kriterien entnommen, zubereitet und den Prüfpersonen dargereicht worden. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte wie zuvor beschrieben.

1.9.4. Gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters im Futterfett des Tierkörperhomogenisats

Als Untersuchungsmaterial dienten Proben von 13 Tierkörperhomogenisatchargen (Proben D; siehe 1.4.1.) im Zeitraum vom 07.06.83 bis 20.09.83.

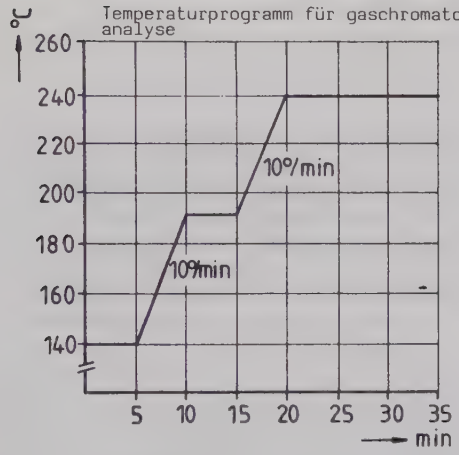
Probenaufbereitung:
Im ersten Schritt wurde das Futterfett in einer Soxhlet-Apparatur mit n-Hexan extrahiert. Der gewonnene Hexanextrakt wurde mit äthanolischer Kalilauge heiß verseift und das Unverseifbare mit Diäthyläther im Scheidetrichter abgetrennt gemäß DGF-Einheitsmethode C III - 1a und C III - 2. Die nach Ansäuern freigesetzten Fettsäuren wurden mit Diäthyläther extrahiert und mit einem Bortrifluorid-Methanol-Gemisch in die entsprechenden Fettsäuremethylester überführt. Diese wurden als ca. 5 %-ige Hexanlösungen für die gaschromatographische Bestimmung benutzt (DGF C-VI-IIa). Die gaschromatographische Analyse der Fettsäuremethylester wurde nach der DGF-Einheitsmethode C- VI -10a durchgeführt.

Geräte: Gaschromatograph Sigma 2 (Perkin-Elmer)
Säule: gepackte Glässäule, 10 % Silar 5 CP, 1,8 m lang

Detektor: FID
Schreiber: Recorder 56 (Perkin-Elmer)
Integrator: M3B (Perkin-Elmer)

Arbeitsbedingungen:
Ofentemperatur: gemäß Temperaturprogramm

Temperaturprogramm für gaschromatographische Fettsäuremethylesteranalyse



Injektortemperatur:	270° C
Detektortemperatur:	300° C
Einspritzmenge:	1 µl
Quantitative Bestimmung:	wie nachfolgend beschrieben

Die Berechnung erfolgte nach der 100 %-Methode mit Flächenkorrekturfaktoren. Der Gehalt einer Fettsäure, bezogen auf die Gesamtfettsäuren, berechnete sich wie folgt:

$$X = \frac{A \times F_D}{P} \times 100$$

X = Gehalt an einer Fettsäure, bezogen auf die Gesamtfettsäuren in %

A = im Gaschromatogramm für die zu bestimmende Fettsäure erhaltene Fläche des Methylesters

P = Summe aller Peakflächen der Methylester

F_D = Flächenkorrekturfaktor für A, bezogen auf Palmitinsäuremethylester

Der Flächenkorrekturfaktor wurde bestimmt durch das Verhältnis der für die zu bestimmende Fettsäure im Gaschromatogramm erhaltenen Fläche des Methylesters zu der für Palmitinsäure-Methylester erhaltenen Fläche. Dabei waren zuvor Standardlösungen der Fettsäuren erstellt worden. Ein Fettsäure-Gemisch wurde in analoger Weise aufbereitet und gaschromatographiert.

1.9.5. Gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters im Rückenspeck von Versuchs- und Kontrolltieren

Als Probenmaterial diente Rückenspeck von 8 Versuchs- und 9 Kontrolltieren, die auch für die sensorischen Untersuchungen benutzt wurden (siehe 1.9.3.1.).

Probenaufbereitung:
Der Rückenspeck (untere Schicht) wurde nach der Methode von M.KATES extrahiert. Dazu wurden kleine Rückenspeckwürfel mit einem Gemisch aus Methanol, Chloroform und Wasser homogenisiert.
Der gewonnene Extrakt wurde mit methanolischer Natronlauge verseift. Die Fettsäuren wurden mit einem Bortrifluorid-Methanol-Gemisch gemäß DGF-Einheitsmethode C-VI-IIa verestert. Die weitere gaschromatographische Analyse erfolgte wie unter 1.9.4. beschrieben.

1.10. Biozidrückstände in Schlachttierkörpern

1.10.1. Probenmaterial und -entnahme

Zur Überprüfung möglicher Anreicherungen von Organochlorpestiziden in Schlachttierkörpern von Tieren, die mit fettangereicherten Futtermitteln gemästet waren, wurden 3 Proben Muskulatur bzw. Flomenfett analysiert. Den Versuchstierschlachtkörpern wurde jeweils Nackenmuskulatur (ca. 200 g) und Flomenfett (ca. 300 g) 45 min. nach der Schlachtung entnommen. Das Untersuchungsmaterial gelangte tiefgefroren zur Analyse in das Chemische-Landesuntersuchungsamt Münster.

1.10.2. Aufbereitung und Nachweismethode

Die hier angewandte Aufbereitungs- und Bestimmungsmethode entsprach der in Kapitel 1.7.2. angeführten.

1.11. Erhebung abweichender pathologisch-anatomischer Befunde an Schlachttierkörpern

Ergänzend zu den Untersuchungen 1.8.4. wurden Schlachttierkörper (zufällig ausgewählte Versuchs- und Kontrolltiere) und ihre zugehörigen Organe unmittelbar nach dem Ausweiden der Tiere einer genauen Adspektion und erforderlichenfalls einer Palpation nach fleischbeschaulichen Gesichtspunkten unterzogen. Im besonderen wurde der Magen- Darm- Trakt (Schleimhaut und Wand, Inhalt, Lymphknoten), Leber und Niere untersucht.

2. Ergebnisse

2.1. Ergebnisse der Nährwertanalysen

2.1.1. Trockensubstanz- und Rohnährstoffgehalte

Über die Gehalte an Trockensubstanz und die darin enthaltenen Rohnährstoffe gibt Tab. 5 einen Überblick. Die größere Anzahl der Proben wurde auf die beiden Hauptinhaltsstoffe Rohprotein und Rohfett untersucht, da sich die Berechnung des Endpreises für 1 kg Tierkörperhomogenisat auf diese beiden Komponenten bezog. Die Nährstoffgehalte wurden vom Hersteller mit 16 % Rohprotein und 10 % Rohfett bei jeweils 10 %-iger relativer Abweichung garantiert. Diese Werte konnten im Mittel des Versuchszeitraumes erreicht werden, wobei jedoch der Rohproteingehalt lediglich den unteren Grenzwert erzielte. Der Rohfettgehalt schwankte während der ersten Hälfte des Versuchszeitraumes stark, wie dieses auch aus der Abb. 7 zu ersehen ist. Die Gehalte an Rohprotein und Rohfett stabilisierten sich ab der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes, so daß schließlich ein standardisiertes Produkt mit ca. 10 % Rohfett und 15 % Rohprotein (Tierkörperhomogenisat II) hergestellt werden konnte. Das anfänglich hergestellte Produkt wurde als Tierkörperhomogenisat I bezeichnet.

2.1.2. Mengenelementgehalte

In Tabelle 6 ist der Gehalt an Mengenelementen in Tierkörperhomogenisat aufgeführt. Dabei stellen die beiden Elemente Calcium und Phosphor einen Anteil von 35 % der Rohasche dar, wobei Calcium und Phosphor im Verhältnis von 1,5 : 1 vorliegen. Auffallend sind die relativ hohen Variationskoeffizienten für Calcium und Phosphor.

2.1.3. Spurenelementgehalte

Die Spurenelementgehalte einer Tierkörperhomogenisatprobe sind in Tabelle 7 angeführt. Der auffallend hohe Eisen-Gehalt von 2110 mg/kg TrS. erreicht Werte, wie sie bei Frischblut (2167 mg/kg TrS.) vorliegen. Hier sei auf Schwierigkeiten der Bestimmung des Eisengehaltes hingewiesen.

Diese bestehen darin, daß durch die verarbeitete Rohware kleine Eisenpartikel (Ohrmarken, Partikel in Panseninhalt, u.a.) in das Tierkörperhomogenisat gelangen und auch durch die Zerkleinerungs- und Mischvorgänge nur schlecht homogen verteilt werden.
Die übrigen Spurenelemente weisen Gehalte auf, die mit den unter Punkt 2. im Literaturteil aufgeführten Werte der Schlachtabfälle größtenteils übereinstimmen.

2.1.4. Aminosäurengehalte

Zur näheren Charakterisierung des im Tierkörperhomogenisat relativ hohen Anteils an Rohprotein ($\bar{x}$ = 14,4 %) wurde in zwei Tierkörperhomogenisatchargen die Aminosäurenzusammensetzung bestimmt (Tab. 8). Hierbei können für die Gehalte von Tryptophan keine Angaben gemacht werden, da diese bei den angewandten Aufschlußverfahren abgebaut werden. Das Rohprotein besteht zu fast 90 % aus Aminosäuren; der Gehalt an essentiellen Aminosäuren kann mit ungefähr 40 % im Rohprotein angegeben werden. Hohen Gehalten an Glycin, Glutaminsäure und Asparaginsäure stehen niedrige Gehalte an Methionin und Cystin gegenüber.

Tab. 5 Trockensubstanz - und Rohnährstoffgehalte in Tierkörperhomogenisat (Angaben in % der Originalsubstanz)

	Anzahl der Proben	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Bereich
Trockensubstanz	48	27,86	3,29	11,8	19,3 - 33,1
Rohprotein	71	14,40	1,30	9,0	14,1 - 16,1
Rohfett	71	9,63	2,45	25,4	3,5 - 18,5
Rohfaser	7	1,04	0,33	31,7	0,7 - 1,5
Rohasche	7	2,40	0,49	20,4	1,9 - 3,4
NfE	7	0,51	0,27	52,9	0,0 - 0,8

Tab. 6 Gehalte an Mengenelementen in Tierkörperhomogenisat (Angaben in % der Originalsubstanz)

	Anzahl der Proben	Mittel-wert	Standard-abweichung	Variations-koeffizient	Bereich
Calcium	7	0,50	0,16	32,0	0,30 - 0,80
Phosphor	7	0,34	0,13	38,2	0,20 - 0,60
Natrium	7	0,17	0,016	9,4	0,15 - 0,19
Kalium	1	0,18			
Magnesium	1	0,02			

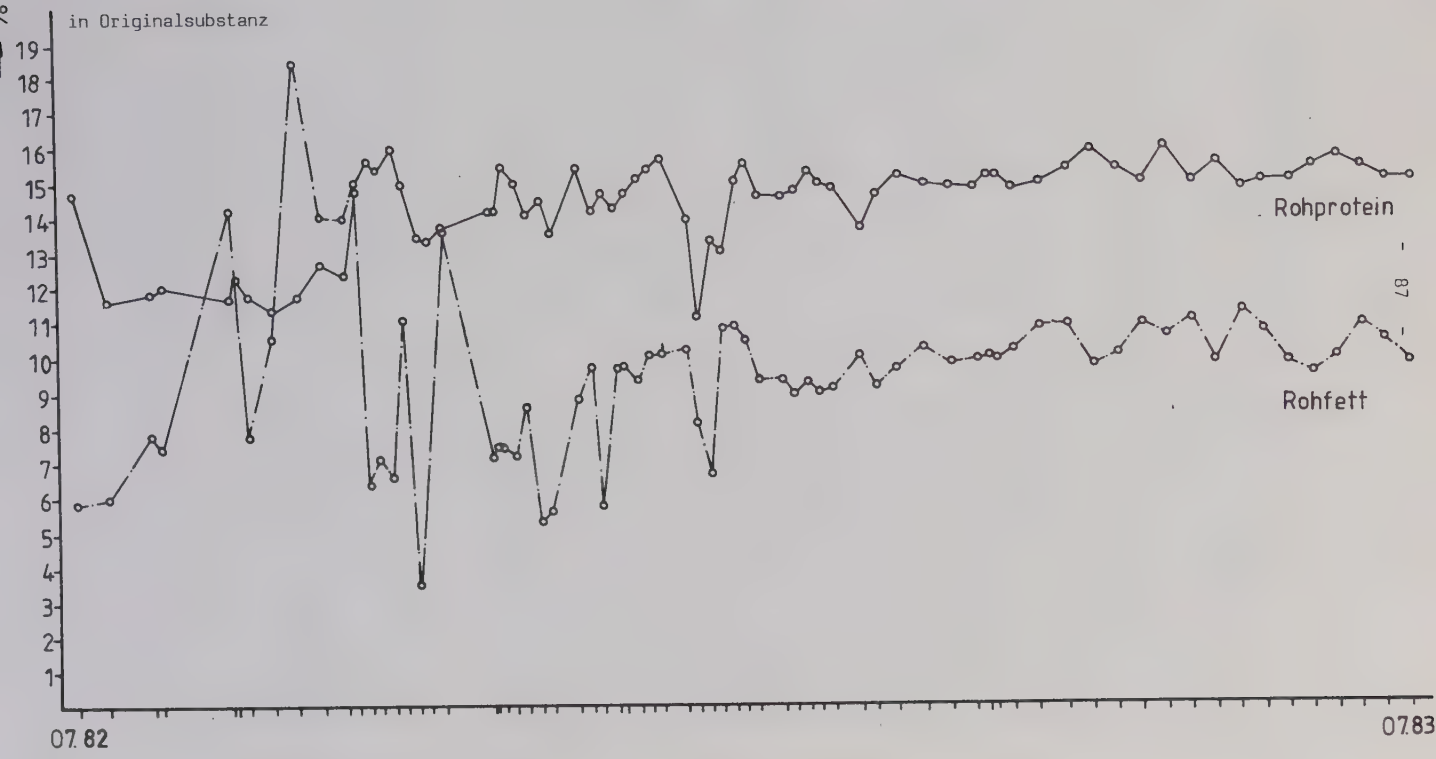
Tab. 7 Gehalte an Spurenelementen in Tierkörperhomogenisat (Angaben in mg/kg Originalsubstanz)

Spurenelement	Gehalt
Eisen	540,0
Kupfer	5,8
Zink	28,3
Mangan	10,2

Tab. 8 Aminosäurengehalte in Tierkörperhomogenisat (Angaben in g/100 g Rohprotein)

Aminosäure	Probe I	Probe II	Mittelwert	essentiell
Methionin	1,22	1,79	1,51	+
Cystin	1,22	0,00	0,61	(+)
Lysin	6,03	4,86	5,45	+
Threonin	3,05	2,86	2,96	+
Valin	4,70	6,43	5,57	+
Isoleucin	2,29	1,93	2,11	+
Leucin	7,18	4,71	5,95	+
Phenylalanin	1,90	2,50	2,30	+
Tyrosin	3,66	1,79	2,73	(+)
Arginin	6,56	6,36	6,46	+
Histidin	2,29	1,36	1,83	+
Asparaginsäure	8,09	8,57	8,28	-
Glutaminsäure	11,15	10,60	10,88	-
Serin	4,05	4,00	4,03	-
Glycin	10,09	14,07	12,08	-
Alanin	7,94	7,36	7,65	-
Prolin	6,95	7,57	7,26	-

Abb. 7 Gehalte an Rohprotein und Rohfett in Tierkörperhomogenisat während des Versuchszeitraumes 07.82 - 07.83 (Angaben der Inhaltsstoffe in % der Originalsubstanz; Probenanzahl: n = 71)



2.2. Mikrobiologische Befunde

2.2.1. Keimgehalt des Tierkörperhomogenisats nach Herstellung in der Tierkörperbeseitigungsanstalt

In den 17 untersuchten Chargen waren in keiner Probe aerob kultivierbare Mikroorganismen nachweisbar (Tab. 9) Anaerobier ließen sich nach Anreicherung in einer Leberbouillon feststellen. Die Anaeroben-Titer schwankten im Bereich von 0 - -6, wobei der Anaeroben-Titer dergleichen Charge auch nach Erhitzung des Mediums (Anaeroben-Titer heiß) konstant blieb. Die weitere Charakterisierung der Anaeroben-Flora mittels Kultivierung auf Testnährböden und Gramfärbung ergab, daß sich diese Flora aus Clostridien zusammensetzte. Diese Clostridien-Spezies konnten erst nach Anreicherung in einer Leberbouillon auf einem Testnährboden kultiviert werden.
Einige Clostridien-Spezies wurden als Cl. paraputrificum, Cl. sporogenes oder als Cl. bifermentans identifiziert (Institut für Fleischhygiene, Berlin)
Der pH-Wert und die Temperatur zum Zeitpunkt der Probenentnahme hatten keinen Einfluß auf die Größe des Anaeroben-Titers.

Tab. 9 Keimgehalte des Tierkörperhomogenisats, das in der Tierkörperbeseitigungsanstalt in die Transportbehälter verladen wurde (log n/g Probe, unterer Grenzwert: 2.0)

Charge	Temp °C	pH	GKZ aerob/anaerob		Anaeroben-Titer kalt	/ heiß	Cl.-Nachweis aus pos. Titer	
D / 2	98	6,4		/	- 2	- 2	- 2	*
4	88	6,4		/	- 4	- 4	- 2	x
6	82	6,4						
7	88	6,4			- 3	- 3	- 2	x
8	89	6,3			- 3	- 3	- 2	x
9	88	6,4			- 3	- 3	- 2	x
10	96	6,4						
11	92	6,4						
12	91	6,4			- 5	- 5	- 3	*
13	92	6,4			- 2	- 2	- 2	*
15	91	5,9			- 2	- 2	- 2	x
16	95	6,2			- 4	- 4	- 2	*
17	93	6,1			- 2	- 2	- 2	x
25	88	5,8			- 3	- 3	- 2	x
26	87	5,9			- 5	- 5	- 3	x
28	85	6,0			- 3	- 3	- 2	x
31	85	6,9		4.15	/	- 6	- 6	*

Die Gehalte der Keimgruppen Bazillen, Enterobacteriaceae (+ Salmonellen), Laktobazillen, Hefen + Pilze, Pseudomonaden lagen unterhalb des unteren Grenzwertes

Cl.-Nachweis: Clostridien-Nachweis aus dem entsprechenden positiven Leberbouillon-Titer

* : Nachweis mikroskopisch nach Gramfärbung und kulturell auf RCM-Dextrose-Blut-Agar nach Leberbouillonanreicherung

x : Nachweis mikroskopisch nach Gramfärbung

Legende für Tabelle 9 bis 19 + Übersichtstabelle 1

Cl : Clostridien
Baz. : Bazillen
Eb. : Enterobacteriaceae
Ps. : Oxidase-positive Gramnegative (Pseudomonaden)
Lb. : Grampositive, unbewegliche, katalasenegative, cytochromoxidasenegative, fakultativ anaerobe Stäbchen (Laktobazillen)
GKZ : Gesamtkeimzahl
Temp. : Temperatur zum Zeitpunkt der Probenentnahme
Anaeroben-Titer: höchste Verdünnungsstufe mit Gasbildung in Leberbouillon
/ : nicht untersucht
? : nicht quantitativ ermittelbar
leere Felder : Keimgehalte unterhalb des unteren Grenzwertes
pH : pH-Wert, elektrometrisch nach Ankunft im Labor ermittelt

2.2.2. Keimgehalte des Tierkörperhomogenisats nach Lagerung im Betrieb I und II

Im Betrieb I fiel die Einlagerungstemperatur nach 66- bzw. 90-stündiger Lagerung des mit 0,4 % Propionsäure konservierten Tierkörperhomogenisats auf bis zu 30° C ab (Tab.10). Die aerobe Gesamtkeimzahl der 18 untersuchten Chargen differierte zwischen log n = 4.36 und 6.98; die anaerob kultivierbaren Anteile lagen zwischen log n = 4.30 und 7.51.
Den Hauptanteil der Keimflora stellten Laktobazillen dar, wobei die auf einem Selektivnährboden kultivierten Keime in etwa der aeroben bzw. anaeroben Gesamtkeimzahl entsprachen. Weiterhin ließen sich sporadisch Bazillen und Hefen/Pilze nachweisen. Der Anaeroben-Titer schwankte in einem Bereich von -1 bis -6. Salmonellen waren in keinem Falle nachweisbar.

Nachdem der Propionsäuregehalt des Tierkörperhomogenisats auf 1 % erhöht worden war, konnten aerob nur noch Laktobazillen (log n = 5.62 - 7.16) kultiviert werden. Der pH-Wert sank dabei auf 5,1 bis 5,4 ab. (Tab.11)

Ohne Zusatz des Konservierungsmittels entwickelte sich die Keimflora anders, wobei die bis dahin dominierende Laktobazillen-Flora von Pseudomonaceae verdrängt wurde (Tab.12) In diesen Chargen nahm auch der Gehalt an Bazillen wieder zu. Der pH-Wert stieg auf 5,9 bis 6,0 wieder an. Der Anaeroben-Titer lag zwischen -3 und -5.

Im Betrieb II wurden ebenfalls in den Chargen, die nicht mit Propionsäure konserviert waren, höhere Gehalte an Pseudomonadaceae gefunden (Tab.13). In den Chargen mit 0,5 % Propionsäurezusatz herrschten Laktobazillen ($\bar{x}$=6.53 (log n) mit s= $\pm$ 0,57) vor. Im Gegensatz zu Betrieb I wurden hier häufiger Bazillen, Enterobacteriaceae, Hefen und Pilze nachgewiesen (Tab. 14). Der Anaeroben-Titer schwankte zwischen -1 und -6. Bei einem Zusatz von 1 % Propionsäure erhöhte sich der Laktobazillenanteil auf Werte von $\bar{x}$= 7.15 (log n) mit s= 0.26 (Tab.15). Auch hier zählten Bazillen, Hefen und Pilze zur Keimflora.Die Entnahmetemperatur der Proben lag zwischen 20° und 30° C. Der pH-Wert sank auf Werte zwischen 5,2 und 5,6. Der Anaeroben-Titer wies Werte zwischen -3 und -5 auf.

Tab.10 Keimgehalte der Tierkörperhomogenisatchargen in Betrieb I denen 0,4 % Propionsäure zugesetzt war (log n/g Probe; unterer Grenzwert: 2.0)

Charge	Zeit (h)	Temp. °C	pH	GKZ aerob/anaerob		Einzelne Keimgruppen Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Hefen+ Pilze	Anaeroben-Titer kalt	/ heiß
L I/1	90	34	5,4	6.02	/				6.02		-4	-4
2	66	30	5,7	6.40	/	2.78			6.40		-1	-1
3	90	43	5,9	6.65	/				6.65	3.08	-4	-4
5	90	35	5,9	6.65	6.51	3.26			5.76	4.42	/	/
6	66	48	6,0	5.53	6.14				6.02		/	/
7	90	42	5,9	6.49	7.15				6.34	3.20	-3	-3
8	66	42	5,8	6,71	7.15	3.18			7.26		-4	-4
9	90	32	5,8	6.40	6.75				6.36		-4	-5
10	66	42	5,6	6.98	6.93				6.95	3.51	-4	-3
11	90	35	5,8	6.68	6.54				6.61		-5	-5
18	90	42	5,5	6.38	6.59				6.49		-1	-1
19	66	58	5,7	4.36	4.30				4.32		-2	-2
20	90	52	6,0	4.87	/				4.87		/	/
21	66	58	5,6	4.58	/				4.58		/	/
22	90	45	5,3	5.82	/				6.81		-3	-1
27	66	30	5,9	5.96	?				5.95		-5	-5
28	66	45	5,8	6.61	?				6.64		-5	-5
30	66	48	5,9	/	5.90				6.15		-6	-6

Tab.11 Keimgehalte der Tierkörperhomogenisatchargen in Betrieb I, denen 1,0 % Propionsäure zugesetzt war (log n/g Probe; unterer Grenzwert: 2,0)

Charge	Zeit (h)	Temp. °C	pH	GKZ aerob/anaerob		Einzelne Keimgruppen Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Hefen+ Pilze	Anaeroben-Titer kalt	/ heiß
LI/12	66	42	5,5	5.58	5.72				5.65		-5	-5
13	90	34	5,1	6.10	6.41				6.28		-5	-5
14	66	42	5,3	5.88	6.21				6.06		-4	-4
15	90	32	5,4	6.05	6.36				6.23		-4	-4
16	66	47	5,4	5.65	6.07				5.62		-3	-3
17	90	30	5,4	6.80	7.22				7.16		-3	-3

Tab. 12 Keimgehalte der Tierkörperhomogenisatchargen in Betrieb I, denen keine Propionsäure zugesetzt war (log n/g Probe; unterer Grenzwert: 2.0)

Charge	Zeit (h)	Temp. °C	pH	GKZ aerob/anaerob		Einzelne Keimgruppen Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Hefen+ Pilze	Anaeroben-Titer kalt	heiß
L 1/23	90	50	5,9	6.84	6.89	3.18			6.88		-5	-5
24a	42	67	6,0	?	?	?	?	?	?		-4	-4
b	66	56	6,0	4.91	?	3.36			4.91		-4	-4
25	90	44	5,9	7.40	?	2.30		7.40	4.78			
26	42	55	5,9	4.09	?	3.18		4.09			-3	-3

Tab. 13 Keimgehalte der Tierkörperhomogenisatchargen in Betrieb II, denen keine Propionsäure zugesetzt war (log n/g Probe; unterer Grenzwert: 2.0)

Charge	Zeit (h)	Temp. °C	pH	GKZ aerob/anaerob		Einzelne Keimgruppen Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Hefen+ Pilze	Anaeroben-Titer kalt	heiß
LII/23	90	20	5,6	6,81	6.81	2.30	2.78	2.48	6.81	3.30	-5	-5
26	42	45	6,1	6.75	?	2.78		6.75	3.40	2.30		

Tab. 14 Keimgehalte der Tierkörperhomogenisatchargen in Betrieb II, denen 0,4 % Propionsäure zugesetzt war (log n/g Probe; unterer Grenzwert: 2.0)

Charge	Zeit (h)	Temp. °C	pH	GKZ aerob/anaerob		Einzelne Keimgruppen Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Hefen+ Pilze	Anaeroben-Titer kalt / heiß	
LII/1	90	15	6,4	6.81	/	2.40	2.60	2.60	6.81	2.85	-4	-4
2	66	22	5,8	7.00	/	3.18			7.00	3.40	-4	-4
3	90	24	6,0	6.93	/	3.54	2.48	2.08	6.65	2.93	-6	-6
5	90	19	6,0	6.50	6.40	3.65	2.34	2.08	6.65	2.93	/	/
6	66	28	6,2	6.40	6.19	3.18		3.18	6.72	2.60	/	/
7	90	15	6,3	6.04	6.38	2.60		2.78	6.18	3.54	-4	-4
8	66	30	5,9	6.62	6.23	2.85			6.06	3.92	-4	-4
9	90	19	6,0	6.26	6.62		2.48	2.90	6.30	2.92	-5	-4
10	66	32	5,7	6.04	6.09		2.60	3.16	6.06	3.90	-5	-5
11	90	26	5,7	6.61	6.38				6.51	3.65	-6	-6
18	66	27	5,3	7.15	7.18				7.17		-1	-1
20a	42	62	5,8	6.13	5.73				5.73		-3	-3
b	90	20	5,6	7.10	?	3.15		2.95	7.10	3.04	/	/
22	90	32	5,3	7.05	?	2.60			7.05		-3	-5
27	90	22	6,3	4.68	?				4.48		-4	-4
28	66	35	5,9	6.90	?		-		6.85		-5	-6
42	66	30	5,9	/	7.75				7.36		-5	-5

Tab. 15 Keimgehalte der Tierkörperhomogenisatchargen in Betrieb II, denen 1,0 % Propionsäure zugesetzt war (log n/g Probe; unterer Grenzwert: 2.0)

Charge	Zeit (h)	Temp. °C	pH	GKZ aerob/anaerob		Einzelne Keimgruppen Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Hefen+ Pilze	Anaeroben-Titer kalt / heiß	
LII/12	66	28	5,6	6.88	6.85	2.93			6.85	2.85	-5	-5
13	90	20	5,2	7.07	6.65	3.26		2.78	6.92	2.60	-5	-5
14	66	30	5,4	6.88	7.12	2.70			7.04	2.51	-5	-5
15	90	20	5,3	7.14	7.17	3.38			7.23	2.90	-4	-5
16	66	30	5,3	7.07	7.43	2.78			7.51		-3	-3
17	90	21	5,3	7.23	7.27	3.91			7.37		-4	-4

Übersichtstabelle 1

Keimgehalte der Tierkörperhomogenisatchargen in Betrieb I + II

(Mittelwert $\bar{x}_a$ / Standardabweichung; unterer Grenzwert: 2.0)

Betrieb	Chargen (n)	Propionsäure-gehalt (%)	Zeit (h)	Temp. °C	pH	GKZ aerob	GKZ anaerob	Einzelne Keimgruppen Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Hefen+ Pilze	Anaeroben-Titer kalt	Anaeroben-Titer heiß
I	5	0,0	66,0	54,4	5,8	5,81	-	3.01	2.00	3.88	4.64	2.00	4.0	4.0
			24,0	8,5	0,1	1.57	-	0.43	-	2.47	1.59	-	0.8	0.8
	18	0,4	78,4	42,4	5,8	6.06	6.43	2.17	2.00	2.00	6.12	2.35	3.6	3.5
			6,8	7,5	0,2	0.78	0.80	0.42	-	-	0.80	0.71	1.5	1.7
	6	1,0	78,0	37,8	5,4	6.01	6.33	2.00	2.00	2.00	6.17	2.00	4.0	4.0
			13,1	6,8	0,1	0.44	0.50	-	-	-	0.56	-	0.9	0.9
II	2	0,0	64,0	32,5	5,9	6.78	-	2.54	2.39	4.61	5.10	2.80	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	0,4	77,3	26,9	5,9	6.52	6.50	2.54	2.15	2.34	6.53	2.80	4.2	4.4
			15,0	10,8	0,3	0.21	0.21	0.61	0.24	0.47	0.57	0.70	1.3	1.3
	6	1,0	78,0	24,8	5,4	7.08	7.08	3.16	2.00	2.13	7.15	2.48	4.3	4.5
			13,1	5,0	0,1	0.14	0.20	0.39	-	0.32	0.26	0.26	0.8	0.8

2.2.3. Keimgehalt der Tupferproben von Oberflächen der Transport- und Lagerbehälter

Das Keimspektrum an der Transportbehälterinnenwandung umfaßte Bazillen, Strepto-, Staphylo- und Mikrokokken, Hefen und Pilze, seltener Enterobacteriaceae und Pseudomonadaceae (Tab. 16). Nach Desinfektion der Oberfläche mit einem 2 %-igen Formaldehyd-Präparat konnten die Keimzahlen um bis zu zwei Zehnerprozenten reduziert werden.
Ähnliche Ergebnisse wurden für die Keimgehalte der Tupferproben der Lagerbehälterinnenwandung der Betriebe I + II (Tab. 17 + 18) ermittelt.

2.2.4. Keimgehalt des Flüssigfutters im Betrieb I

Im Flüssigfutter, das sich aus Einzelfuttermitteln (Magermilch, Bierhefe, Kartoffelmus, Manioka, Tierkörperhomogenisat, Biertreber, CCM, Altbrot) und Wasser zusammensetzte, wurden Gesamtkeimzahlen von $\bar{x}$ =7.42 (log n) mit s= $\pm$ 0.72 (aerob) und $\bar{x}$ = 7.47 (log n) mit s= $\pm$ 0.79 (anaerob) ermittelt. (Tab. 19)
Vorrangigste Keimgruppen waren Laktobazillen, Streptokokken und Bazillen. Hefen und Pilze erreichten Werte von $\bar{x}$= 4.74 (log n) mit s=$\pm$ 1.51, während Enterobateriaceae und Pseudomonadaceae nur sporadisch vorkamen. Die Anaerobier wiesen einen Titer zwischen -3 und -5 auf. Salmonellen waren in keiner Charge nachweisbar.

Tab. 16 Keimgehalte der Tupferproben, die an der Oberfläche der Transportbehälterinnenwandung vor bzw. nach Desinfektion der Innenwandung entnommen wurden

Keimgehalte als log n/100 cm² Oberfläche;
unterer Grenzwert: 2.0

Charge	GKZ aerob/anaerob		Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Ko.	Hefen + Pilze	Anaeroben-Titer kalt / heiß	
TuT/1	6.16	/	5.18	2.70		5.96	4.95	4.65	-3	-3
2	5.72	/	5.18	2.95		5.36	4.48	3.65	-3	-3
4	5.60	/	3.49		2.70	5.08	5.32	5.64	-5	-5
6	6.11	5.88	5.45	2.08		5.83	4.78	5.05	/	
17+	2.61	2.51	2.18			2.08	2.20	2.65	/	/
18a	4.78	/	4.17			4.53	3.34	2.90	/	/
b	2.85	/				2.85			/	/
19a		/							/	/
b+		/							/	/
22	3.73	/	3.32		2.48	3.21	3.04	2.85	/	/
24	2.78	/	2.30			2.60			/	/
26		/							/	/
28	?	/	4.59		?	?			/	/
29		/							/	/
$\bar{x}_G$ =	3.73		3.28	2.12	2.12	3.50	3.01	2.96	3.7	3.7
s =	1.67		1.38	0.30	0.23	1.60	1.31	1.28	1.2	1.2

\+ : Probenentnahme erfolgte nach Desinfektion der Behälterinnenwandung mit einem Formaldehyd-Präparat (2 %-ige Anwendungskonzentration)

Ko. : Mikro-, Strepto-, Staphylokokken

Tab. 17 Keimgehalte der Tupferproben in Betrieb I, die an der Oberfläche der Lagerbehälterinnenwandung vor bzw. nach Desinfektion der Innenwandung entnommen wurden

Keimgehalte als log n/100 cm² Oberfläche;
unterer Grenzwert: 2.0

Charge	GKZ aerob/anaerob		Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Ko.	Hefen + Pilze	Anaeroben-Titer kalt / heiß	
TuLI/1	2.48	/					2.18	3.62	-2	-2
2	4.88	/	4.30			4.70	3.60		-3	-3
4	5.93	/	5.08			5.72	5.04	3.38	-5	-5
6	5.51	5.21	5.04			4.83	4.48	4.60	/	/
8	2.18	2.45							/	/
16a	4.91	5.00	4.51	2.51	2.89	4.04	4.54	3.94	-1	-1
b+	2.95	2.77	2.61				2.51		/	/
17+		/							/	/
18a	3.57	/	2.95			3.26	2.30	2.30	/	/
b+	2.70	/				2.70			/	/
19a		/							/	/
b+	2.85	/	2.60			2.60			/	/
22	4.58	/	3.48			4.45	2.48	4.04	/	/
24	2.48	/				2.48			/	/
25	3.69	/	2.78		3.08	2.70			/	/
28a	2.48	/	2.30					2.48	/	/
b+	2.48	/	2.48						/	/
29		/							/	/
$\bar{x}_G$ = :	3.32	3.86	2.90	2.04	2.14	2,97	2.62	2.58	2.7	2.7
s :	1.28	1.29	1.03	0.12	0.27	1.19	1.03	0.89	1.7	1.7

Tab. 18 Keimgehalte der Tupferproben in Betrieb II, die an der Oberfläche der Lagerbehälterinnenwandungen vor bzw. nach Desinfektion der Innenwandung entnommen wurden (Betrieb II)

Keimgehalte als log n/100 cm² Oberfläche;
unterer Grenzwert: 2.0

Charge	GKZ aerob/anaerob		Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Ko.	Hefen + Pilze	Anaeroben-Titer kalt / heiß	
TuLII/1	5.81	/	5.32	2.60	4.03	5.42	5.04	5.02	-3	-3
2	5.93	/	5.18	2.48	3.08	5.75	4.90	3.30	-3	-3
4	5.67	/	2.48	5.51	4.04	5.56	5.40	4.54	-6	-6
6	5.74	5.49	5.08			5.34	5.08	4.67	/	/
17+	2.91	2.81	2.32			2.08	2.36	2.04	/	/
18a	3.71	/	2.32			2.08	2.36	2.04	/	/
b+		/							/	/
22	3.54	/	2.70			3.32	2.48	2.95	/	/
24	4.65	/	3.43			4.65		2.60	/	/
26a	2.70	/			2.60			2.48	/	/
b+		/							/	/
$\bar{x}_G$:	4.06		3.17	2.42	2.52	4.27	3.24	3.06	4.0	4.0
s :	1.56		1.36	1.05	0.82	2.60	1.49	1.16	1.7	1.7

Tab. 19 Keimgehalte der Flüssigfutterchargen, die in Betrieb I verfüttert wurden (log n/g Probe; unterer Grenzwert: 2.0)

Charge	Temp. °C	pH	GKZ aerob	GKZ anaerob	Baz.	Eb.	Ps.	Lb.	Sc.	Hefen + Pilze	Salm.	Anaeroben-Titer kalt	Anaeroben-Titer heiß
F / 7	21	4,5	8.10	8.23	?	3.60	?	?	/	?	neg.	/	/
12	19	4,4	8.28	8.05	?	3.86	?	?	?	?	neg.	/	/
24	20	4,8	7.13	?	6.65	3.78	4.48	7.98	6.48	6.18	neg.	/	/
25	20	4,6	6.65	6.38	5.09	?	?	6.30	?	4.10	neg.	-3	-3
26	18	4,6	7.40	7.13	5.28	3.23	3.16	7.05	?	5.15	neg.	-3	-3
28	20	4,9	7.30	?	5.78	?	3.00	7.48	7.08	5.70	neg.	-5	-5
29	19	4,7	8.16	8.19	5.85	3.30		7.98	7.30	5.32	neg.	-4	-4
31	23	4,7	6.30	6.86	5.78			7.38	/		/	/	/
$\bar{x}_G$:	20	4,7	7.42	7.47	5.74	3.30	2.93	7.36	6.95	4.74		3.76	3.76
s :	15	0,2	0.72	0.79	0.54	0.87	0.96	0.63	0.42	1.51		0.80	0.80

Legende siehe Tab. 9

Sc. : Streptokokken

2.2.5. Anaeroben-Keimgehalt des Tierkörperhomogenisats nach Lagerung in den Betrieben III-IX

In den Betrieben III - IX wurden bakteriologische Untersuchungen der gelagerten Tierkörperhomogenisatchargen besonders auf die Anaerobier-Keimgehalte ausgerichtet, da in einigen Betrieben (III, IV, VII, IX) während der Lagerung des Tierkörperhomogenisats Probleme, besonders Gasbildung, aufgetreten waren.

Im Betrieb III war nach einer Lagerzeit von 190 Std. die Temperatur auf 15° C abgefallen. Es waren Clostridien in einer Menge von $5,3 \times 10^6$ Keimen/g und weitere anaerobe, grampositive Stäbchen in einer Zahl von 10^7g nachweisbar.

Im Betrieb IV war die Temperatur schon nach 24 Std. auf 60° C gesunken. In dieser Charge wurden Cl. paraputrificum (10^4/g) und Cl. butyricum (10^2/g) nachgewiesen. In den weiteren Betrieben lagen nach einer ca. 50 stündigen Lagerung je nach Temperatur (35° - 75° C) die Clostridiengehalte zwischen 10^1 und 10^3/g (Tab. 21). Aus allen Proben konnte Cl. paraputrificum isoliert werden (Institut für Fleischhygiene, Berlin).

Tab. 21 Anaeroben-Keimgehalt der Tierkörperhomogenisatchargen L III-IX, denen 0,4 % Propionsäure zugesetzt war

(log n/g unterer Grenzwert: 1.0)

Charge	Zeit (h)	Temp. (°C)	Sulfitreduz. Clostridien	fakultative anaerobe grampos. Stäbchen
L III/1	190	15	6.72	7.00
L IV/1	24	60	4,38 *) 2,54 +)	3.43
L V/1	50	50	3.43	2.00
L VI/1	48	75	1.63	2.00
L VII/1	48	35	3.18	5.30
LVIII/1	48	65	2.70	3.00
L IX/1	48	45	3.66	2.70

*) Angabe für Cl. paraputrificum

+) Angabe für Cl. butyricum

In allen anderen Proben konnte Cl. paraputrificum nachgewiesen werden.

2.2.6. Anaeroben-Keimgehalt in Tierkörpermehl

Alle fünf untersuchten Tiermehlchargen wiesen Clostridien-Gehalte von 10^3/g Tiermehl auf. (Tab. 20) Von den vorliegenden Clostridien-Arten konnten lediglich zwei als Cl. bifermentans und Cl. butyricum identifiziert werden. (Institut für Fleischhygiene, Berlin) Zusätzlich wurden in zwei Tiermehlchargen 10^2 Bazillen/g Tiermehl nachgewiesen.

Tab. 20 Anaeroben-Keimgehalt in Tierkörpermehl
(log n/g Probe)

Charge	Bazillen	Clostridien	Identifizierung des Clostridien-Spezies
TKM/Ia	2.00	3.38	n.i.
TKM/Ib	2.00	3.38	n.i.
TKM/IIa		3.04	1. Cl.bifermentans 2. n.i.
TKM/IIb		3.04	n.i.
TKM/IIc		3.38	1. Cl.butyricum 2. n.i.

n.i. = nicht identifiziert

2.3. Ergebnisse der Hemmstoffuntersuchungen

2.3.1. Antibakterielle Wirkungen von Tierkörperhomogenisat

Bei 15 untersuchten Chargen frischen Tierkörperhomogenisats ergeben sich nach direktem Aufbringen des Tierkörperhomogenisates auf Bac. subtilis BGA-Hemmstoffplatten gemäß Anlage 4 AB.A in 11 Fällen positive Ergebnisse mit Hemmhöfen von 1 - 4 mm Breite bei pH:6, während auf pH:8 - Hemmstoffplatten nur bei 9 Proben Hemmhöfe von 1 - 2 mm Breite auftraten. (Tab. 22) 9 Proben wiesen einen größeren Hemmhof bei pH:6 - Hemmstoffplatten auf.
Eine pH-Wert-bedingte Hemmung war auszuschließen, da die Tierkörperhomogenisatchargen pH-Werte von 6,0 bis 6,9 aufwiesen.

Tab. 22 Antibakterielle Reaktionen im Agargeldiffusions-Hemmstofftest durch frisches Tierkörperhomogenisat

Charge	Hemmhöfe o) in mm auf Platten mit Bac. subtilis "BGA" pH : 6	pH : 8	pH-Wert der Chargen
D / 2	3	2	6,4
4	0	0	6,4
10	1	1	6,4
11	1	1	6,4
12	2	1	6,4
13	2	1	6,4
15	3	1	6,2
16	3	1	6,2
17	4	2	6,1
28 +)	3	1	6,0
31	1	0	6,9
32	1	0	
33	0	0	
34	0	0	
35	0	0	

*) Chargen-Nr. 31-35 wurden nach Entnahme bei -18° C gelagert

o) die Hemmzonen der Parallelansätze waren überwiegend identisch, bei Differenzen wurde der kleinere Hemmhof gewertet

+) der Anteil der freien Fettsäuren wurde gaschromatographisch analysiert (siehe Tab. 25)

Nach Einmischen der Hemmstoffe in Tierkörperhomogenisat in einer Menge von 0,5 µg/50 µl wurden bei Tetracyclin und Oxytetracyclin kleinere Hemmhöfe gegenüber den reinen Hemmstofflösungen bei pH:6 gefunden, während bei pH:8 der Hemmhof eine größere Breite aufwies. Bei Neomycin war noch eine Restaktivität auf pH:8-Hemmstoffplatten feststellbar. Bei Erythromycin und Streptomycin vergrößerten sich die Hemmhöfe noch gegenüber denen bei den reinen Hemmstofflösungen.
Nach dem Autoklavierungsvorgang der Hemmstofflösungen (0,1 µg/50 µl) konnten noch bei Tetracyclin, Neomycin und Erythromycin antibakteriell wirksame Restmengen festgestellt werden. In der Dosierung von 0,1 µg/50 µl Tierkörperhomogenisat lagen die Aktivitätsverluste aller getesteten Antibiotika/Chemotherapeutika bei 100 %, wobei Neomycin auch im nativen Tierkörperhomogenisat schon nicht mehr nachweisbar war.

2.3.2. Thermostabilität einiger häufig therapeutisch eingesetzter Antibiotika/Chemotherapeutika während des Autoklavierungsprozesses

Da Restmengen von Antibiotika/Chemotherapeutika, die über therapeutisch erfaßte Tiere in die Rohware eingebracht wurden, auch nach dem Autoklaviervorgang für die beschriebenen positiven Hemmstoffreaktionen ursächlich vermutet werden konnten, wurden Modellversuche zur Thermostabilität wichtiger Hemmstoffe durchgeführt.
Im Agarlochtest erwies sich Bac. subtilis BGA als empfindlich gegen alle getesteten Antibiotika/Chemotherapeutika in der Dosierung von 0,5 µg/50 µl, wobei die Empfindlichkeit gegenüber Chloramphenicol deutlich geringer war. Bei gleichen Dosierungen waren auf der Hemmstoffplatte mit pH:6 und pH:8 unterschiedliche Reaktionen festzustellen. Tetracyclin und Oxytetracyclin erzeugten bei pH:6 größere Hemmhöfe als bei pH:8, während Neomycin, Erythromycin und Streptomycin bei pH:8 größere Hemmhöfe aufwiesen. In der Dosierung 0,1 µg/50 µl zeigten alle Hemmstoffe mit Ausnahme von Chloramphenicol in dem empfindlicheren pH-Bereich noch positive Reaktionen (Tab. 23).
Nach der Autoklavierung der Hemmstofflösungen in der Konzentration von 0,5 µg/50 µl behielten nur noch Neomycin und Erythromycin eine meßbare Restaktivität, während die übrigen ihre antibakterielle Wirkung zu 100 % verloren.

Tab. 23 Antibakterielle Reaktionen im Agardiffusions-Hemmstofftest (Bac. subtilis BGA) durch verschiedene Hemmstoffe (Antibiotika/Chemotherapeutika) nach unterschiedlichen Behandlungsverfahren

Charge	Hemmstoffdosis o) (µg)	Hemmhöfe in mm auf Platten mit den Hemmstoffen											
		Tetracyclin		Oxytetracyclin		Neomycin		Streptomycin		Erythromycin		Chloramphenicol	
		pH:6	pH:8	pH:6	pH:8	pH:6	pH:8	pH:6	pH:8	pH:6	pH:8	pH:6	pH:8
Hemmstofflösung	0,5	20	5	15	3	5	10	6	8	4	9	3	3
Hemmstofflösung autoklaviert *)	0,5	0	0	0	0	2	6	0	0	2	5	0	0
Tierkörperhomogenisat + Hemmstoff	0,5	15	9	12	5	0	2	5	4	7	10	0	5
Tierkörperhomogenisat + Hemmstoff autoklaviert	0,5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
Hemmstofflösung	0,1	15	0	10	0	2	5	0	3	0	5	0	0
Hemmstofflösung autoklaviert	0,1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Tierkörperhomogenisat + Hemmstoff	0,1	7	2	5	0	0	0	0	2	3	7	0	2
Tierkörperhomogenisat + Hemmstoff autoklaviert	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

o) Menge an Hemmstoff im aufgetragenen Volumen von 50 µl je Agarloch (Ø 8 mm)

*) das Autoklavieren erfolgte bei 133° C für 20 min.

2.3.3. Versuche zur Identifizierung der positiven Hemmstoffreaktionen

Da infolge der unter 2.3.2. festgestellten Thermoinstabilität der ausgewählten Antibiotika/Chemotherapeutika in dem angegebenen Konzentrationsbereich die positiven Ergebnisse in 2.3.1. sich nicht auf eine spezifische Hemmung durch Antibiotika/Chemotherapeutika zurückführen ließen, wurden originäre Inhaltsstoffe des Tierkörperhomogenisats (z.B. Fettsäuren) für die antibakteriellen Wirkungen des Tierkörperhomogenisats als ursächlich vermutet.

Die Ergebnisse der mit den Fettsäuren Propion-, Öl- und Linolsäure gemäß Anlage 4 AB.A durchgeführten Hemmstofftests mit Bac. subtilis als Testkeim zeigten, daß die Fettsäuren in bestimmten Konzentrationen in der Lage sind, das Wachstum des Testkeims zu unterdrücken. (Tab. 24)

Propionsäure konnte ab einer Konzentration von 0,5 % in wässriger Lösung eine nachweisbare Hemmung hervorrufen. Mit steigenden Konzentrationen vergrößerte sich auch der Hemmhof. Die durch Propionsäure im bakteriologischen Hemmstofftest hervorgerufenen Hemmzonen zeigten ein charakteristisches Bild, wobei der das Stanzloch umgebenden, scharf abgegrenzten Hemmzone eine Zone mit verstärktem Testkeimwachstum folgte. Eine weitere Hemmzone zeigte eine leichte Wachstumshemmung des Testkeims. Die mit Propionsäure in unterschiedlichen Konzentrationen versetzten Chargen Tierkörperhomogenisat bewirkten durchweg kleinere Hemmhöfe. Auch das für Propionsäure zuvor beschriebene "Pfauenaugenphänomen" war in diesen Fällen nicht besonders deutlich ausgeprägt.

Ölsäure wirkte bereits in Konzentrationen von 0,001 M antibakteriell auf Bac. subtilis. Eine Hemmung durch das zusätzlich benutzte Lösungsmittel Äthanol konnte durch Blindversuche ausgeschlossen werden. Eine 50-fache Steigerung der Konzentration an Ölsäure konnte nur eine geringfügige Verbreiterung der Hemmzone hervorrufen, da sich die Fettsäure am Rande des Agargelstanzloches ablagerte. Die mit Ölsäure angereicherten Tierkörperhomogenisatchargen wiesen im Vergleich zu den reinen Fettsäurelösungen kleinere Hemmhöfe auf; die Hemmwirkung war auf pH:6-Hemmstoffplatten geringfügig größer als auf den pH:8 Hemmstoffplatten.

Linolsäure vermochte bereits in der Konzentration von 0,001 M auf pH:8-Hemmstoffplatten eine deutliche antibakterielle Wirkung auf Bac. subtilis auszuüben (Hemmzonenbreite 5 mm). Auch hier wurde durch eine Steigerung der Fettsäurekonzentration auf 0,05 M nur eine geringfügige Vergrößerung der Hemmhöfe bewirkt.

Der größte Teil der Fettsäure lagerte sich auch hier am Rande des Stanzloches ab und diffundierte nichtin den Agargel. Auch bei der Linolsäure konnte ein charakteristisches Bild der einzelnen Hemmzonen festgestellt werden. Hierbei folgte auf eine deutliche Hemmzone um die Ausstanzung des Agars eine Zone verstärkten Wachstums des Testkeims.
Um zwischen den in 2.3.1. in 11 Proben beschriebenen positiven Hemmstoffreaktionen und den nachgewiesenen antibakteriellen Wirkungen von Fettsäuren einen ursächlichen Zusammenhang mit den im Tierkörperhomogenisat nativ vorkommenden freien Fettsäuren herstellen zu können, wurden die freien Fettsäuren quantitativ und qualitativ gaschromatographisch analysiert. Hierbei konnte Ölsäure mit einem Gehalt von 7,175 g/kg Tierkörperhomogenisat (= 0,025 M) nachgewiesen werden. (Tab. 25) Linolsäure war in einer Menge von 1,558 g/kg Tierkörperhomogenisat (= 0,006 M) enthalten. Die aus diesen Fettsäurekonzentrationen sich ergebenden antimikrobiellen Hemmwirkungen (s. Tab. 24) stimmten nahezu mit den in Tab. 22 angegebenen positiven Hemmstoffreaktionen überein, wobei die durch den höheren Ölsäureanteil bedingte Hemmwirkung auch für die größeren Hemmhöfe auf pH:6 - Hemmstoffplatten verantwortlich sein könnte.

Tab. 24 Antibakterielle Reaktionen im Agargeldiffusions-Hemmstofftest durch Fettsäuren (Propion-, Öl- und Linolsäure)

Fettsäure	Konzentration der Fettsäure	Hemmhöfe[o] in mm auf Platten mit B. subtilis BGA pH:6	pH:8	
Propionsäure	0,2 % +)	0	0	
	0,5 %	2	0,5	
	1,0 %	4	2	1)
	1,0 %	6	3	1)
Propionsäure + Tierkörper-homogenisat	0,2 % ++)	0	0	
	0,5 %	1	0	
	1,0 %	2,5	1	
	2,0	4	2	
Ölsäure	0,001 M *)	1,5	1,5	
	0,005 M	2,0	1,8	
	0,05 M	2,5	2	2)
Ölsäure + Tierkörper-homogenisat	0,001 M **)	0	0	
	0,005 M	1,5	1	
	0,05	2	1,5	2)
Linolsäure	0,001 M *)	2,5	5	3)
	0,005 M	4,5	6	3)
	0,05 M	4,5	7	2)3)
Linolsäure + Tierkörper-homogenisat	0,001 M	1	1,5	
	0,005 M	2	2,5	
	0,05 M	3	3,5	2)

o) die Hemmzonen der Parallelansätze waren überwiegend identisch: bei Differenzen wurde der kleinere Hemmhof gewertet

+) wässrige Lösung ++) Konzentration der Fettsäure in Tierkörper-homogenisat

*) Mol/l Suspension (Wasser : Äthanol = 2 : 1)

**) Mol/l Tierkörperhomogenisat

1) hier: 1. Hemmzone um das Stanzloch
2. Zone verstärkten Wachstums des Testkeims
3) Zone leicht gehemmten Wachstums

2) Fettsäureablagerungen am Rande des Stanzloches

3) hier: 1. Hemmzone um das Stanzloch
2. Zone verstärkten Wachstums des Testkeims

Tab. 25 Gehalt an freien Fettsäuren (ffa ab C-10) in frischem Tierkörperhomogenisat
(Angaben in g/kg Tierkörperhomogenisat)

Fettsäure	Menge in Charge D/28
Gesamt-ffa	17,5
Caprinsäure	0,042
Laurinsäure	0,018
Myristinsäure	0,274
Palmitinsäure	4,463
Stearinsäure	2,363
Palmitoleinsäure	0,560
Ölsäure	7,175
Linolsäure	1,558
Arachinsäure	0,049
Linolensäure	0,305

Tab.26 Ergebnisse des Hemmstofftests nach Anlage 4 AB.A zum FlBG mit frischen Gewebeproben

Tiermaterial	Anzahl der Tiere	Probenmaterial	Anzahl positiver Proben mit Bac. subtilis BGA	
			pH 6	pH 8
Versuchstiere	15	Muskulatur	0	0
		Leber	0	0
		Niere	0	0
Kontrolltiere	15	Muskulatur	0	0
		Leber	0	0
		Niere	0	0

positive Reaktion : $\geq$ 2 mm auf Plattenoberfläche

2.3.4. Befunde beim Hemmstofftest gemäß Anlage 4 AB.A zum FlBG mit Muskulatur- und Organproben

Obgleich die in einigen Tierkörperhomogenisatproben festgestellte antimikrobielle Aktivität offensichtlich nicht auf eventuell mit T K H zugeführte Antibiotika/Chemotherapeutika beruhte, sondern durch unspezifische Hemmstoffe bedingt war, wurden dennoch Hemmstofftests mit Muskel- und Organproben von Versuchs- und Kontrolltierschlachtkörpern gemäß Anlage 4 AB.A des FlBG durchgeführt. Als Ergebnis zeigte sich, daß keine der Gewebeproben (Muskulatur, Niere und Leber) einen klaren Hemmhof über 2 mm Breite ausbildete. Dies galt sowohl für die Versuchs- als auch für die Kontrolltierproben (Tab. 26).

2.4. Schwermetallrückstände in Tierkörperhomogenisat

Die Rückstände an Cadmium und Blei in drei verfütterten Chargen sind in Tab. 27 aufgeführt. Die Bleigehalte liegen bezogen auf 100 % Trockensubstanz bei Ø 1,33 mg/kg; dieser Gehalt entspricht ca. 10 % der laut Futtermittelverordnung (1981) Anlage 5 zulässigen Höchstmengen. Die Gehalte an Cadmium stellen ca. 5-10 % der Bleigehalte dar. Insgesamt zeigen die Werte keine großen Schwankungen.

Tab. 27 Gehalte an Cadmium und Blei in frischem Tierkörperhomogenisat
(Angaben in mg/kg TrS.)

Chargen-Nr.	Cadmium	Blei
D / 39	< 0,05	1,10
40	0,11	1,20
41	0,09	1,70
Höchstmenge lt. FMV		10,0 (bei 88 % TrS.)

2.5. Biozidrückstände

2.5.1. Biozide in Tierkörperhomogenisat

Die Rückstände an Organophosphor- und Organochlorpestiziden in Tierkörperhomogenisat sind von insgesamt 8 verfütterten Chargen in Tab. 28 dargestellt. Es zeigte sich, daß Organophosphorpestizide in keiner der Proben nachweisbar waren, während 2 Proben die Chlorkohlenwasserstoffe α-HCH und DDE enthielten. Die analysierten Mengen lagen bei 1 bis 3 ppb α-HCH bzw. 1 bis 2 ppb DDE. Diese Werte liegen im Bereich der Nachweisbarkeitsgrenze.

2.5.2. Biozide in Tierkörpermehl

Die Resultate dieser Untersuchungen glichen weitgehend denen des Tierkörperhomogenisats. Auch hier konnten in keiner der Chargen Organophosphorpestizide analysiert werden. In einer von 4 Chargen ließen sich α-HCH und DDE in Mengen von 2 bzw. 3 ppb ermitteln. (s. Tab. 29)

2.5.3. Biozide in Tierkörperfett

Auch in allen untersuchten Proben von Tierkörperfett konnten keine Organophosphorpestizide nachgewiesen werden. Von den chlorierten Kohlenwasserstoffen waren jedoch α-HCH, γ-HCH, DDE, DDD, Dieldrin und Heptachlorepoxid in den in der Tabelle 30 angeführten Mengen (4 bis 25 ppb) enthalten, während der Gehalt an Hexachlorbenzol in der Charge TKF/22 mit 0,17 mg/kg relativ hoch liegt.

2.5.4. Biozide in Schlachttierkörpern

In drei untersuchten Chargen Flomenfett, die Versuchstieren entnommen worden waren, wiesen alle Proben keine Organophosphorpestizide auf. Von den nachgewiesenen Organochlorbioziden lagen die Gehalte an α-HCH und γ-HCH unter 5 ppb, an β-HCH, Heptachlorepoxid, Dieldrin, HCB und DDD unter 10 ppb, an DDE bei durchschnittlich 22 ppb und an DDT unter 50 ppb. Im Vergleich zu den ermittelten Werten sind in Tabelle 31 die Höchstmengen, die in der Verordnung über Höchstmengen an DDT und anderen Pestiziden in oder auf Lebensmitteln tierischer Herkunft (Höchstmengenverordnung, tierische Lebensmittel) Anlage 1 + 2 zugelassen sind, aufgeführt.

Tab. 28 Gehalte an Organophosphor- und Organochlorpestiziden in Tierkörperhomogenisat
(Angaben in mg/kg Originalsubstanz)

Wirkstoffe	Anzahl der Chargen (insgesamt n = 8)	
Organophosphor-pestizide in	0	
Organochlor-pestizide in	2	
davon	in Charge D/11	in Charge D/13
α - HCH	0,001	0,003
DDE	0,002	0,001

Tab. 29 Gehalte an Organophosphor- und Organochlorpestiziden in Tierkörpermehl
(Angaben in mg/kg Originalsubstanz)

Wirkstoffe	Anzahl der Chargen (insgesamt n= 4)	Höchst-mengen lt FMVO
Organophosphor-pestizide	0	
Organochlor-pestizide in	1	
davon	in Charge TKM/11	
α-HCH	0,003	-
DDE	0,002	0,05

Tab. 30 Gehalte an Organophosphor- und Organochlorpestiziden in Tierkörperfett
(Angaben in mg/kg Originalsubstanz)

Wirkstoffe	Anzahl der Chargen (insgesamt n = 2)		Höchstmengen lt. FMVO
Organophosphor-pestizide	0		
Organochlor-pestizide in	2		
davon	in Charge TKF/14	in Charge TKF/22	
α- HCH	-	0,004	-
γ- HCH	-	0,023	2,5
DDE	0,025	0,021	0,60 als Summe aus DDE+DDD+DDT
DDD	0,006	-	
Dieldrin	-	0,020	0,25
Heptachlorepoxid	-	0,017	0,25
HCB	0,005	0,170	0,30

Tab. 31 Gehalte an Organophosphor- und Organochlorpestiziden in Flomenfett von Schlachttierkörpern (Versuchstiere)
(Angaben in mg/kg Fett)

Wirkstoffe	Anzahl der Proben (insgesamt n = 3)			Höchstmengen lt. LMBG
Organophosphor-pestizide in	0			
Organochlor-pestizide in	3			
davon	in Probe I	in Probe II	in Probe III	
α- HCH	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,3 als Summe aus α-HCH+β-HCH
β- HCH	< 0,010	< 0,010	< 0,010	
γ- HCH	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,0
HCB	0,007	0,009	0,007	0,5
DDD	< 0,010	< 0,010	< 0,010	3,0 als Summe aus DDD+DDE+DDT
DDE	0,018	0,028	0,021	
DDT	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
Heptachlorepoxid	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,2
Dieldrin	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,2

2.6. Mastleistungen der Versuchstiere während der Fütterungsperiode

2.6.1. Mastleistung

Da die Haltungs- und Fütterungsbedingungen während des Versuchszeitraumes variierten, sollen hier zunächst die für die einzelnen Versuchsgruppen wichtigen Parameter Haltung und Fütterung angegeben werden.

Haltung

Im Betrieb I wurde die Mastperiode unterteilt in Vor- und Endmast, die jeweils in getrennten Mastabteilungen abliefen. Die Vormast erfolgte in Stallabteilungen, die mit Vollspaltenboden aus Beton, Unterdruckentlüftung und Quertrogaufstallung ausgestattet waren. Die Tiere wurden zu 20 - 30 Tieren je Bucht gehalten. Während der Endmastperiode wurden die Mastschweine der Versuchsgruppen I, III, IV, VII, VIII, X, XI und XII auf Vollspaltenboden aus Beton gehalten. Dabei waren 8 - 10 Tiere in einer Bucht aufgestallt. Die Versuchsgruppen II, V, IX und XII waren in Endmastställen mit Teilspaltenbodenaufstallung untergebracht. Hier wurden je Bucht 12 - 14 Tiere gehalten (Quertrogaufstallung). In allen Endmastabteilungen war ein Unterdruckentlüftungssystem installiert.
In Betrieb II wurden die zugekauften Absatzläufer direkt in die Endmastabteilungen eingestallt. Die Ställe waren nach dem Prinzip der Quertrogaufstallung eingerichtet. Pro Bucht wurden 10 - 12 Tiere auf Vollspaltenboden aus Beton gehalten. Be- und entlüftet wurde nach dem Unterdruckentlüftungssystem.

Fütterung

Während der Eingewöhnungsperiode erhielten die Versuchstiere, die mit Ø 25 kg LM angeliefert wurden , ein Fütterungsarzneimittel. Ab dem 4. Tag wurde zusätzlich ein Flüssigfutter, das in Betrieb I aus den Rationen I - III und in Betrieb II aus den Rationen IV + V (Tab.:32) erstellt wurde, verabreicht. Ab 7. - 10. Tag (Versuchstiere: Ø 27 kg LM) wurden nur noch die o.a. Flüssigfutterrationen 2-mal täglich rationiert eingesetzt. Die Zuteilung der jeweiligen Futtermengen erfolgte in Abhängigkeit vom Nährstoffbedarf und der Lebendmasseentwicklung der Masttiere (DLG-Bedarfsnormen). Die Erstellung des pumpfähigen Flüssigfutters erfogte durch Anmischung der Futterkomponenten (Ration I - V) unter Zusatz von Wasser, wobei die in Tabelle 32 angeführten Trockensubstanzgehalte erzielt wurden. Die Variation der Futterrationen war bedingt durch saiso-

nalen Anfall einiger Futtermittel oder durch Abnahmeverpflichtungen von Kontraktware. Obwohl der Anteil an Tierkörperhomogenisat in den Rationen I - III und somit auch der Rohfettgehalt (Tab.: 32) anstieg, wurde dennoch versucht, den Energiegehalt der Futtermischungen konstant zu halten. Dieses erfolgte durch Verminderung des Kohlehydratgehaltes.

Mastergebnisse

Die Gewichtsentwicklung der Versuchsgruppen i und II des Betriebes I - aus diesen Gruppen waren 20 bzw. 19 Tiere einer Bucht zur Gewichtsermittlung ausgewählt worden - verlief sehr unterschiedlich (Abb. 8). Der Versuchsgruppe I wurde erst ab der 5. Mastwoche Flüssigfutter mit Tierkörperhomogenisat angeboten. Nach einer Umstellungs- und Gewöhnungsphase von 2 - 3 Tagen stiegen die Zunahmen nach 4 Wochen bis auf 900 g täglich. Ab der 12. Woche trat ein starker Einbruch auf, so daß die Zunahmen auf ca. 600 g zurückgingen und bis zum Ende der Mastperiode beibehalten wurden.
Die Versuchsgruppe II zeigte zunächst kontinuierlich ansteigende Tageszunahmen. Ab der 8. Mastwoche ergab sich bis zum Ende der Mastperiode ein relativ gleichmäßiger Verlauf der Tageszunahmen, die Werte von 620 - 720 g täglich erreichten. Die über den gesamten Versuchszeitraum der Versuchsgruppen I (310 Tiere) und II (215 Tiere) errechneten durchschnittlichen Tageszunahmen lagen bei 590g bzw. 539 g (Tab. 34).
Im Versuchszeitraum wurden in Betrieb I insgesamt 13 Mastgruppen mit 3737 Tieren mit Tierkörperhomogenisat gefüttert. Ab einem Lebendgewicht von ø 27,3 kg wurden die Schweine über einen Zeitraum von ø 130 Tagen gemästet. Die danach erzielten Mastendgewichte lagen bei ø 106,7 kg, woraus sich eine tägliche Zunahme von 603 g errechnen ließ. Jeweils 3 Versuchsgruppen des Betriebes I wurden während der Mastperiode einheitlich mit der gleichen Futtermischung gefüttert (Tab. 34). Der Aufwand an umsetzbarer Energie pro kg Lebendmassezunahme variierte zwischen 43,3 und 48,6 MJ ME/kg. Besonders die Mastgruppen, die mit Ration III gefüttert worden waren, benötigten den geringsten Energieaufwand (ø 43,8 MJ ME/kg Lebensmassezunahme). Die unterdurchschnittlichen Mastleistungen der Gruppen II + III dürfte auch auf die niedrigere Trockensubstanzaufnahme dieser Tiere (ø 1,70 kg/Tag) zurückzuführen sein.

Tab.: 32 Zusammensetzung der Futtermischungen (Angaben in % der TrS.) sowie deren Nährstoff- und Energiegehalte*)

Futterkomponente	Betrieb I			Betrieb II	
	Ration I	Ration II	Ration III	Ration IV	Ration V
Tierkörperhomogenisat I	13,5	17,0	-	19,5	-
Tierkörperhomogenisat II	-	-	23,6	-	22,3
Manioka (Typ 65)	40,0	20,6	38,0	9,4	22,5
Altbrot	15,9	13,8	16,1	14,1	22,7
Corn-Cob-Mix	-	27,1	-	41,8	13,4
Kartoffelmus	8,4	8,1	-	-	-
Magermilch (dicksauer)	7,5	5,8	6,0	8,4	8,9
Sojaextraktionsschrot(44%)	6,1	-	-	4,7	6,0
Weizenkleie	2,6	-	14,1	-	-
Bierhefe (frisch)	2,0	5,6	-	-	-
Biertreber (siliert)	2,0	-	-	-	-
Vit.-Min.-Ergänzung	2,0	2,0	2,2	2,1	2,1
TrS.-Gehalte des angemischten Flüssigfutters(%)	22	22	23	23	23
Nährstoff-+ Energiegehalt					
Umsetzbare Energie (ME) (MJ / kg TrS.)	15,1	15,4	15,4	15,3	15,5
Rohprotein (g/MJ)	13,2	14,0	13,1	15,4	14,2
Lysin (g/MJ)	0,73	0,70	0,68	0,76	0,74
Methionin+Cystin(g/MJ)	0,37	0,36	0,34	0,43	0,40
Rohfett (g/MJ)	3,8	5,0	6,1	5,9	5,9

*) Für die Berechnung der Nährstoff- und Energiegehalte in den Rationen I - V wurden die in Tab.: 33 aufgeführten Werte benutzt

Tab.: 33 Nährstoffgehalte der in den Mastversuchen eingsetzten Futtermittel (g / kg US)
Verdaulichkeitskoeffizienten[1] der einzelnen Nährstoffe (in Klammern angegeben)
Umsetzbare Energie[2] der Futtermittel (MJ / kg US und MJ / kg TrS)

Futtermittel	TrS	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	NfE[3]	ME[4] (US)	ME[5] (TrS)	Kalzium	Phosphor	Lysin	S-As[6]
Tierkörperhomogenisat I[7]	270	140 (85)	90 (82)	10 (25)	5 (25)	5,32	19,70	4,0	3,0	8,4	3,2
Tierkörperhomogenisat II[7]	290	150 (85)	100 (82)	10 (25)	5 (25)	5,80	20,00	5,0	3,0	8,2	3,2
Altbrot[7]	660	88 (94)	22 (93)	12 (50)	510 (96)	9,48	14,36	1,0	1,1	2,9	4,0
Manioka (Typ 65)	877	21 (55)	2 (55)	40 (52)	783 (97)	13,50	15,47	1,2	1,0	1,1	0,5
Magermilch (dicksauer)	89	34 (94)	1 (71)	-	35 (97)	1,28	14,38	1,1	0,8	2,4	1,2
Corn-Cob-Mix	520	54 (77)	24 (58)	37 (37)	390 (89)	7,52	14,66	0,2	1,6	1,3	1,7
Sojaextraktionsschrot	880	440 (92)	10 (40)	59 (63)	285 (97)	13,91	15,81	2,7	6,1	28,0	14,0
Weizenkleie	870	165 (71)	38 (65)	127 (23)	510 (70)	9,91	11,39	1,5	11,4	5,7	3,8
Bierhefe (frisch)	120	86 (87)	-	13 (0)	170 (92)	1,84	15,33	0,6	1,2	4,0	1,5
Kartoffelmus[7]	135	23 (59)	2 (53)	11 (59)	95 (97)	2,00	14,81	0,3	0,4	1,0	0,5
Biertreber (siliert)	250	60 (72)	20 (61)	45 (23)	108 (45)	2,36	9,44	2,2	6,0	2,4	1,9
Vit.-Min.-Ergänzung[8]	1000							200,0	100,0		

1) Verdaulichkeitskoeffizienten für Tierkörperhomogenisat nach MEYER & COENEN (1984) als Mittelwert der Koeffizienten der Kotsammel- und Markermethode
Verdaulichkeitskoeffizienten der übrigen Futtermittel nach DLG - Futterwerttabelle für Schweine (1984)

2) Umsetzbare Energie, berechnet nach der von HOFMANN & SCHIFMANN angegebenen Gleichung ohne Korrektur BFS

3) NfE = stickstoffreie Extraktstoffe

4) Umsetzbare Energie pro kg ursprünglicher Substanz

5) Umsetzbare Energie pro kg Trockensubstanz

6) Methionin + Cystin

7) Angaben der Inhaltsstoffe nach eigenen Untersuchungen

8) Vitamin-Mineralstoff-Ergänzung (Gehalte je kg): 200 g Ca, 100 g P, 4000mg Cu, 5000 mg Zn, 22,5 mg Se, 750.000 I.E. VitA. 75.000 I.E. Vit D_3, 2.500 mg VitE, 10 mg VitB_1, 250 mg VitB_2, 200 mg VitB_6, 1500 µg VitB_{12}, 30.000 mg Cholinchlorid u.a.

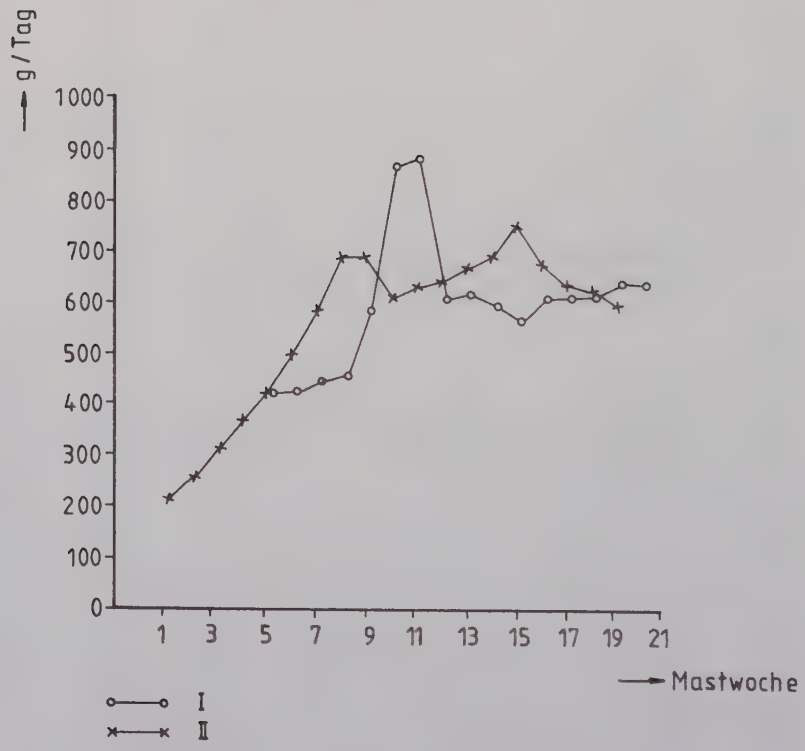
Tab.: 34 Zuwachs, Futter- und Energieaufwand während der Mastperiode in Betrieb I + II

Versuchs-gruppe	Futter-ration Nr.	Tier-zahl	Lebendmasse Versuchsbeginn (kg)	Lebendmasse Versuchsende (kg)	Versuchs-dauer (Tage)	Lebendmasse-zunahme (kg/Tag)	Trockensub-stanzaufnahme (kg/Tag)	Energieaufwand/ kg LM-zunahme (MJ ME / kg)
Betrieb I								
I	I	310	40,1	109,1	117	590	1,90	48,6
II	I	215	26,8	99,5	135	539	1,70	47,6
III	I	538	26,1	106,6	138	580	1,70	44,2
VI	II	130	27,5	104,9	131	591	1,81	47,2
VIII	II	194	24,6	111,6	141	617	1,85	46,2
X	II	309	26,0	111,7	140	612	1,92	48,3
XI	III	305	26,5	107,1	126	640	1,80	43,3
XII	III	512	27,2	109,0	128	634	1,85	44,9
XIII	III	162	26,3	106,1	125	638	1,80	43,4
Betrieb II								
I	IV	339	25,8	110,8	144	590	1,80	46,7
II	IV	240	28,6	116,6	142	630	1,80	43,8
III	V	310	29,1	108,7	130	612	1,90	48,0
IV	V	221	26,9	105,2	124	632	1,90	46,5

Abb. 8 Mittelwerte täglicher Lebendgewichtzunahmen zweier Versuchsgruppen (Zunahmen in g/Tier/Tag)

Versuchsgruppe I (n = 20)
Versuchszeitraum: 13.07. - 08.11.82
Anfangsgewicht: 40,1 kg Ø

Versuchsgruppe II (n = 19)
Versuchszeitraum: 27.07. - 09.12.82
Anfangsgewicht: 26,8 kg Ø



In Betrieb II wurden 4 Versuchsgruppen während des gesamten Versuchszeitraumes ausgewertet. Die durchschnittlichen Tageszunahmen der 1110 Mastschweine betrugen 613 g. Dabei dauerte die Mastperiode ø 136 Tage. Die Mastendgewichte schwankten zwischen 105,2 und 116,6 kg (Tab. 34). Hinsichtlich der Trockensubstanzaufnahme und des Energieaufwandes pro kg Lebendmassezunahme bestanden zwischen den Versuchsgruppen, die mit Ration IV oder V gefüttert worden waren, keine gesicherten Unterschiede.

2.6.2. Tierverluste

Die Tierverlustrate für die 13 Versuchsgruppen des Betriebes I ist in Tab. 35 aufgelistet. Danach waren im Betrieb I Verluste im Bereich von 0,8 % bis zu 3,9 % zu verzeichnen, wobei diese durchschnittlich bei 2,5 % lagen. Betrieb II wies Tierverluste in Höhe von 2,1 - 3,0 % aus; der Durchschnittswert betrug hier 2,6 %.

Über die Zahl und Ursachen der Abgänge informiert Tab. 35. Dabei ist zu ersehen, daß die häufigste Ursache für Tierverluste Magen-Darmerkrankungen darstellten. Diese traten in der 1./2. Woche der Einstallung nach der Fütterungsumstellung auf Flüssigfutter ein, wobei aber nur ein kleiner Teil der Tiere eine dünnflüssige Kotkonsistenz aufwies (Abb. 9). In den Versuchsgruppen VII und IX verendeten einige Tiere an Dysenterie. Ein weiterer wichtiger Grund für Verluste infolge Krankschlachtung oder Verenden war durch Gliedmaßen- und Skeletterkrankungen gegeben. Der größere Anteil dieser Tiere gelangte vor Erreichen des angestrebten Mastendgewichtes zur Krankschlachtung. Myopathien waren häufiger in Versuchsgruppen, die größere Anteile an Kreuzungstieren DL x PI enthielten, zu diagnostizieren. Während die Erkrankungen mit Beteiligung des ZNS und Magen-Darmerkrankungen Verluste in den ersten Wochen der Mastperiode verursachten, kamen die übrigen aufgeführten Abgangsursachen gehäuft in der zweiten Hälfte der Mastperiode vor.

Tab. 35 Zahl und Abgangsursachen der Tierverluste in den einzelnen Versuchsgruppen der Betriebe I / II

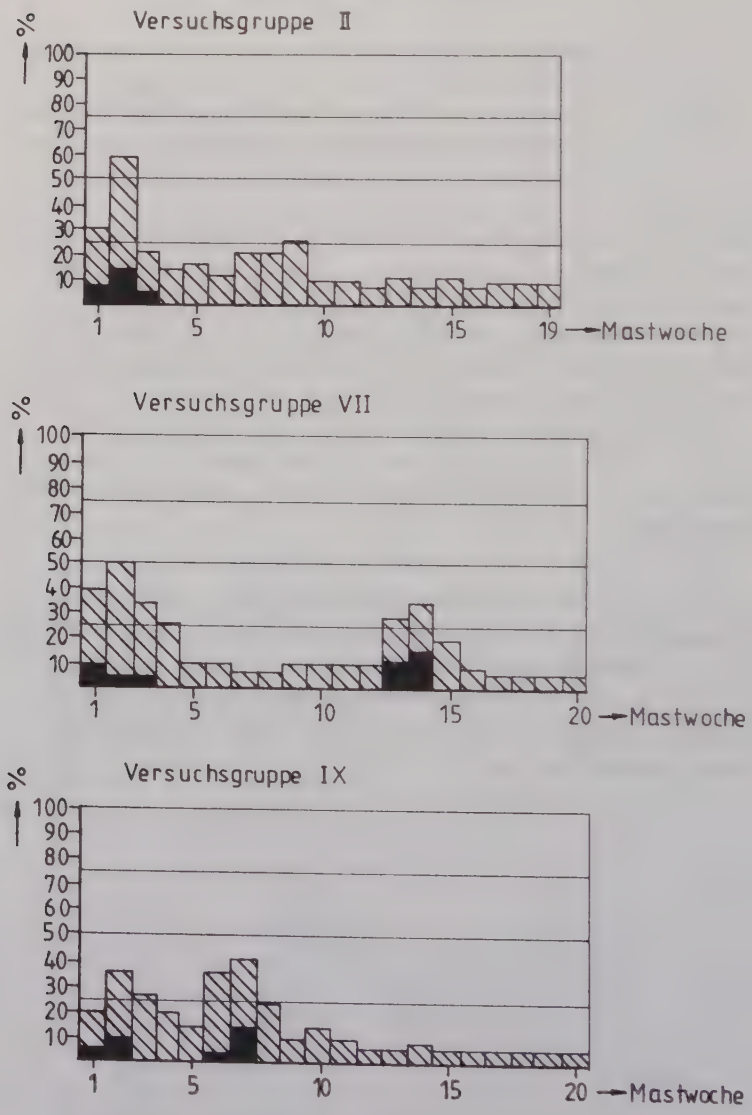
Abgangsursachen	Versuchsgruppen Betrieb I													Betrieb II			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	I	II	III	IV
Tierverluste gesamt	8	7	12	5	7	1	7	6	8	8	6	12	4	10	5	9	6
in %	2,7	3,2	2,2	1,7	2,7	0,8	2,3	3,1	3,9	2,6	2,0	2,3	2,5	2,0	2,1	2,9	2,3
Transporttote	0	1	1	0	0	0	1	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0
Schlachtung 60-80 kg LG	2	1	2	1	2	0	2	1	2	2	2	3	1	3	1	3	1
verendet < 50 kg LG	4	3	6	2	3	1	3	2	4	2	2	4	2	4	2	3	3
> 50 kg LG	2	2	3	2	2	0	1	3	2	2	1	3	1	3	2	3	1
Gliedmaßen-Skelett-erkrankungen	2	1	3	0	2	0	1	1	2	1	2	3	1	3	1	3	1
Myopathien	2	1	2	0	1	0	1	0	0	1	0	3	2	3	2	2	1
Erkrankungen mit Beteiligung des ZNS	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Erkrankungen des Atmungsapparates	1	0	1	2	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Magen-Darmerkrankungen	2	2	3	2	1	0	3	1	3	2	2	1	0	3	1	2	2
Kümmern	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
unbekannt	0	2	2	0	2	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0

2.6.3. Klinische Beobachtungen

Die visuelle Kotbeurteilung wurde abends während oder nach dem Füttern vorgenommen. In den ersten beiden Mastwochen nach Umstellung auf Flüssigfutter zeigten bis zu 15 % der beobachteten Tiere dünnflüssigen und bis zu 45 % pastösen-weichgeformten Kot. (Abb. 9) Ab der dritten Mastwoche normalisierte sich die Kotkonsistenz, wobei ein weichgeformter Kot bei 10 bis 15 % der Gesamtbeobachtungen während der 3. bis 12. Woche zu erkennen war. Ab ca. 11. Mastwoche trat eine deutliche Abnahme der Kotfeuchtigkeit ein, so daß in 90 - 95 % der Fälle der Kot eine physiologische Konsistenz (fest, geformt) aufwies.
In der Versuchsgruppe II erhielt der Kot in der 7. - 9. Woche vermehrt eine pastöse bis weichgeformte Konsistenz, die sich aber bereits in der darauffolgenden Woche normalisierte.
In der Versuchsgruppe VII waren in der 13. Mastwoche Tiere zu beobachten, die dünnflüssige bis breiige Faeces absetzten. Ätiologisch konnte eine Infektion mit dem Erreger Treponema hyodysenteriae nachgewiesen werden.

Die Behandlung der erkrankten Tiergruppe erfolgte über eine Futtermedikation mit einem wirksamen Chemotherapeutikum. In der Versuchsgruppe IX war wenige Tage später ein ähnliches klinisches Bild eines Durchfalls aufgetreten. Die schon zuvor beschriebene orale Applikation eines dysenteriewirksamen Medikamentes erbrachte auch in diesem Fall eine rasche klinische Heilung.

Abb. 9 Kotkonsistenz von Versuchstieren dreier Versuchsgruppen während des gesamten Versuchszeitraumes (Angaben in % der Gesamtbeobachtungen) - Betrieb I



2.7. Pathologisch-anatomische Befunde

Bei der Untersuchung nach fleischbeschaulichen Kriterien wurden bei je einem Versuchs- und Kontrolltier der ersten Mastgruppe eine Spitzenlappenpneumonie festgestellt. In der vierten Mastgruppe war bei einem Versuchstier eine Nierenzyste und bei einem Kontrolltier ein Magenulcus zu finden (Tabelle 36) . Bei einem Versuchstier der vierten Mastgruppe in Betrieb II hatte sich im Rückenmarkskanal ein Abszeß entwickelt, der aufgrund der Verletzungen des Schwanzes offensichtlich auf Schwanzbeißen zurückzuführen war. Die Jejunallymphknoten eines Kontrolltieres waren leicht geschwollen.

Tabelle 36 Pathologisch-anatomische Befunde bei Schweineschlachttierkörpern einiger Versuchs- und Kontrolltiergruppen
(Angabe: Anzahl der Tiere)

Veränderungen	Mastgruppe B I/I V n=10	B I/I K n=12	B I/IV V n=14	B I/IV K n=12	B II/IV V n=9	B II/IV K n=12
Spitzenlappenpneumonie	1	1				
Nierenzyste			1			
Magenulcus				1		
Abszeß im Rückenmarkskanal					1	
Jejunallymphknoten geschwollen						1

V = Versuchstier

K = Kontrolltier

2.8. Substantielle Beschaffenheit der Schlachttierkörper

2.8.1. Allgemeine Fleischqualitätsparameter (pH-Wert, Rigor, Wasserbindungsvermögen)

Die pH_1- Mittelwerte des M.semimembranosus der Versuchstiere lagen an den verschiedenen Meßtagen zwischen 6,0 mit s = ± 0,14 und 6,32 mit s = ± 0,27 (Tab. 37). Die entsprechenden Werte für die Kontrolltiere schwankten zwischen 6,08 mit s = ± 0,14 und 6,27 mit s = ± 0,17. Aus der Abbildung 10 ist ersichtlich, daß die an verschiedenen Meßtagen ermittelten Werte nur geringen Schwankungen unterlagen. Die aus schlachttechnischen Gründen nur bei einer Mastgruppe erfaßbaren pH-Werte 24 Stunden post mortem lagen für die Versuchstiere bei 5,83 mit s = ± 0,14 und für die Kontrolltiere bei 5,84 mit s = ± 0,19. Alle Mittelwerte befanden sich im Normalbereich.

Die Rigor-Mittelwerte 45 min post mortem befanden sich sowohl für die Versuchs- als auch für die Kontrolltiere im Normalbereich und waren an den jeweiligen Meßtagen annähernd gleich (Abb.11). Die an den unterschiedlichen Schlachttagen ermittelten Rigor-Werte schwankten zwischen 8,9 mit s = 2,4 und 11,3 mit s = 2,0 für den M. semimembranosus der Versuchstiere und zwischen 9,2 mit s = 1,2 und 10,8 mit s = 1,8 für den entsprechenden Muskel der Kontrolltiere (Tab. 37)

Auch die bei der Überprüfung des Wasserbindungsvermögens des M. semimembranosus sich ergebenden Q-Mittelwerte differierten an den unterschiedlichen Schlachttagen (Abb.12). Die Versuchstiermittelwerte lagen zwischen 0,58 mit s = 0,05 und 0,70 mit s = 0,06. Bei den Kontrolltiergruppen schwankten die entsprechenden Mittelwerte zwischen 0,58 mit s = 0,04 und 0,65 mit s = 0,04. Bei Betrachtung der Mittelwerte von Versuchs- und Kontrollgruppen an den jeweiligen Schlachttagen zeigten sich zwischen diesen Werten geringe Unterschiede.
Bei drei Versuchstier- und einer Kontrolltierprobe lagen die pH_1-Werte unter bzw. gleich 5,8, die $Rigor_1$-Werte über bzw. gleich 12 und die Q_1-Werte unter bzw. gleich 0,5. Somit war diesen Schlachttierkörpern ein PSE-Charakter zuzuschreiben (s. Tab. 37).

Tab. 27 pH-, Rigor- und Q-Werte (Wasserbindungsvermögen) einzelner Mastgruppen (Versuchs- und Kontrolltiere); (Mittelwert $\bar{x}_a$, Standardabweichung)

*) Mastgruppe	Anzahl untersuchter Tiere	Meßgröße pH[1)]		Rigor[2)]	Q[3)]	Handelsklasse (%)		
		1	24	1	1	I	II	III
B I/I V	12 +)	6,14 0,22	- -	8,9 2,4	0,60 0,07	58	33	9
Ko	-	-	-	-	-	-	-	-
B I/I V	16 +)	6,27 0,25	- -	10,6 2,85	0,59 0,06	94	-	6
Ko	-	-	-	-	-	-	-	-
B I/I V	10	6,16 0,13	- -	11,1 2,0	0,70 0,06	70	30	-
Ko	11	6,16 0,15	- -	10,8 1,8	0,65 0,04	55	36	9
B I/IV V	10	6,08 0,14	- -	10,1 0,9	0,62 0,06	70	30	0
Ko	13	6,08 0,11	- -	9,9 1,1	0,60 0,05	85	15	0
B I/VI V	5 +)	6,00 0,14	- -	11,3 1,9	0,60 0,08	80	25	0
Ko	-	-	-	-	-	-	-	-
B I/IX V	18	6,32 0,27	- -	10,2 1,6	0,68 0,07	39	61	0
Ko	-	-	-	-	-	-	-	-
B II/V V	15	6,31 0,20	5,83 0,14	9,8 0,7	0,66 0,05	0	73	27
Ko	11 +)	6,27 0,17	5,84 0,19	9,2 1,2	0,58 0,04	18	73	9

3) Wasserbindungsvermögen Q = f/F, f = Fleischfläche F = Gesamtfläche

*) Mastgruppe V = Versuchstiere, Ko = Kontrolltiere

1) $pH_{1,24}$ = pH-Werte gemessen bzw. 24 Stunden post mortem

2) Rigor: gemessen in mm

+) bei diesen Mastgruppen wurden bei je einem Schwein folgende Parameter gemessen.
$pH_1 = \leq 5,8$; Rigor: ≥ 12; Q_1; $\leq 0,5$

Abb. 10 pH_1-Mittelwerte im Schinken bei Versuchs- und Kontrolltierkörpern an verschiedenen Schlachttagen (45 min. post mortem)

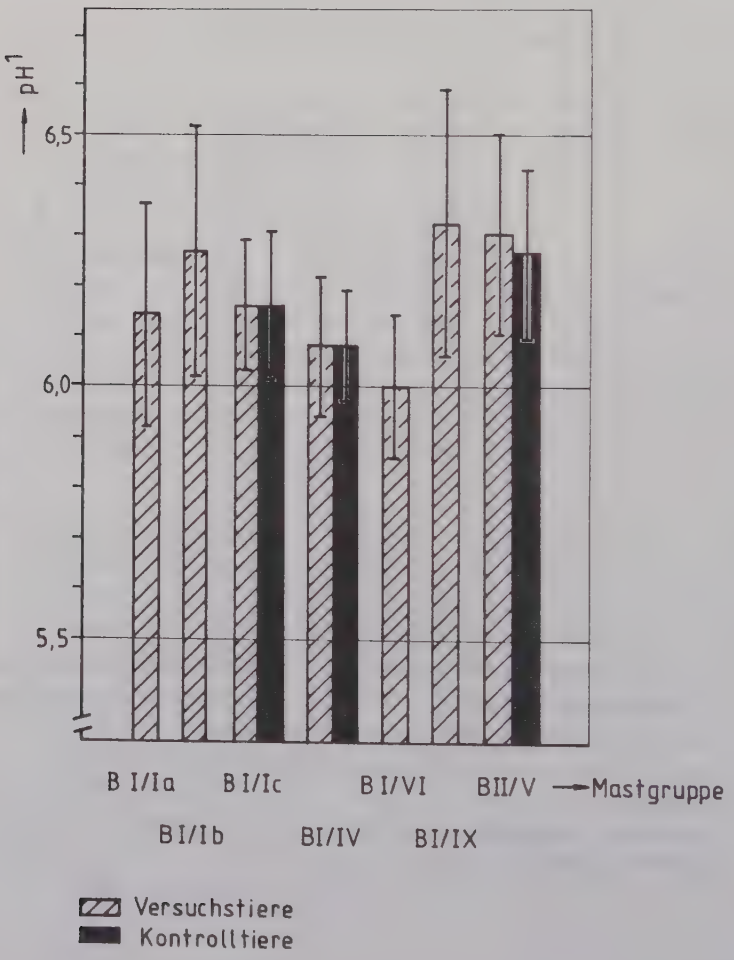


Abb.11 Rigor-Mittelwerte im Schinken bei Versuchs- und Kontrolltierkörpern an verschiedenen Schlachttagen (45 min. post mortem)

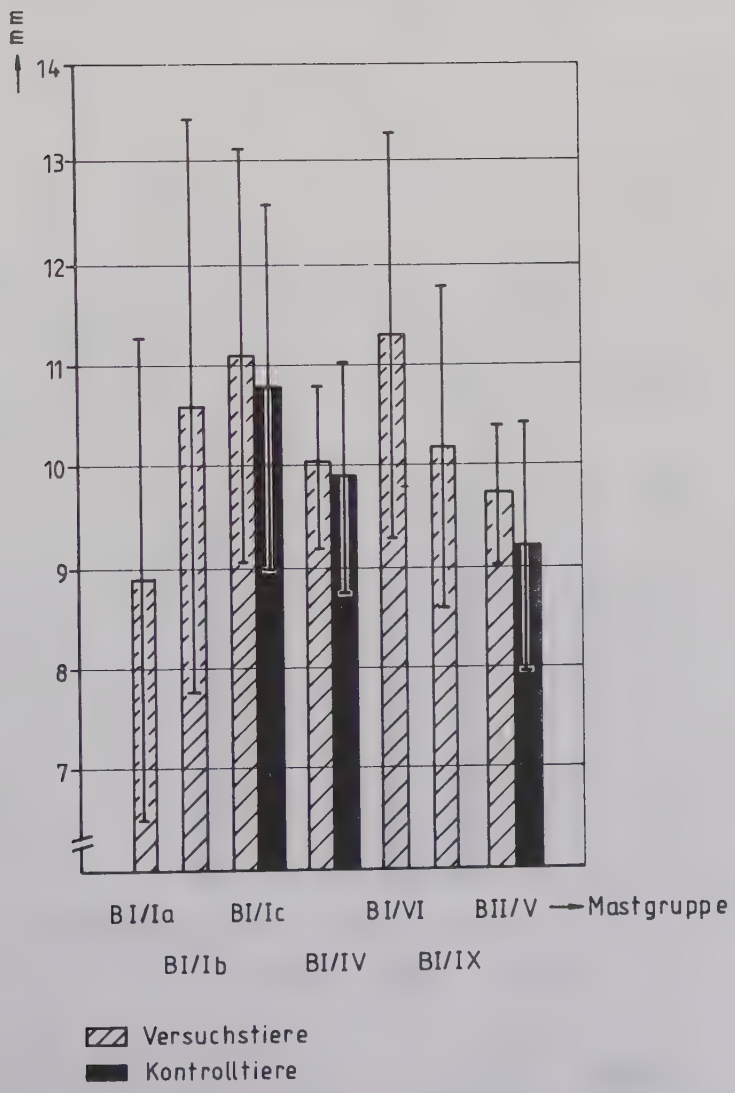
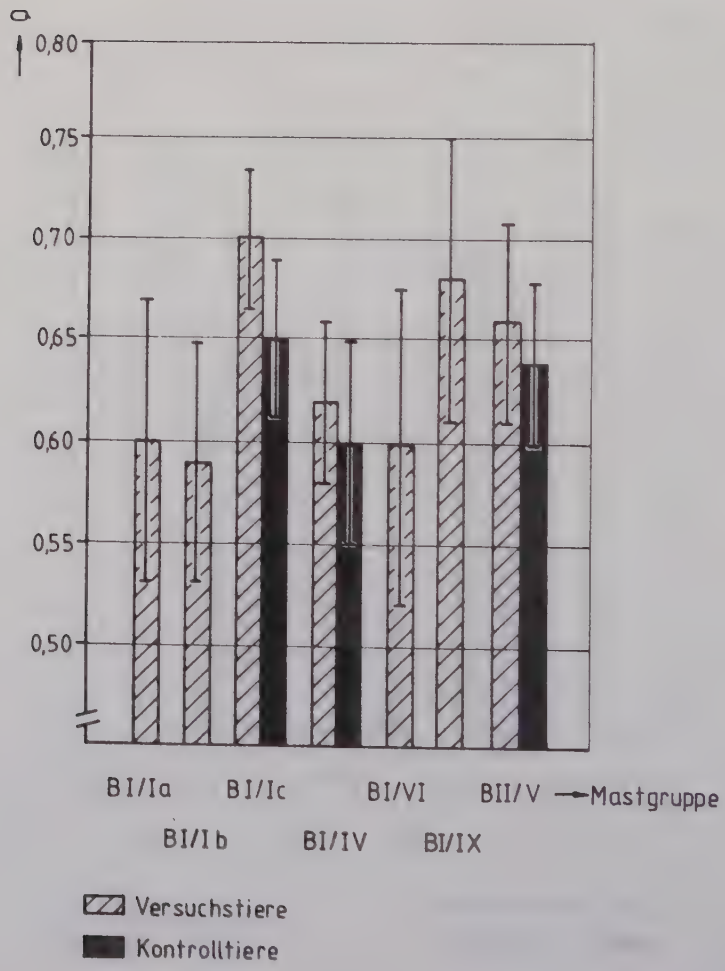


Abb.12 Mittelwerte des mittels der Filterpapierpreßprobe ermittelten Quotienten Q an verschiedenen Schlachttagen (45 min. post mortem)



2.8.2. Handelsklasseneinstufung

Die Handelsklassenverteilung der einzelnen Versuchsgruppen des Mastbetriebes I ist in Tab. 38 dargestellt. Bei 13 Versuchsgruppen lag die Handelsklasseneinstufung mit 64 bzw. 68 % E + I für die Gruppen, die Tiere der Rasse DLxPI darstellten, deutlich besser als bei den Versuchsgruppen mit den Hybridschweinen PIG. Die Gruppen XII + XIII enthielten auch Anteile der Kreuzungstiere DLxPI (20 bzw. 25 %). Das Mastendgewicht lag im Mittel bei 106,6 kg. Es hatte offensichtlich auf die Handelsklasseneinstufung keinen Einfluß, da auch Tiere mit niedrigerem Mastendgewicht (Gruppen II und IV) ähnliche Werte erzielten.
Im Betrieb II wurden nur Kreuzungstiere DLxPI gemästet. Die Handelsklassen E+I erzielten einen Anteil von 63-72 %, wobei das Versuchsendgewicht über 105 kg Lebendgewicht lag (Tab. 39) Auch hier ließ sich kein Einfluß des Mastendgewichtes auf die Handelsklassenverteilung erkennen; denn sowohl die Gruppe mit dem durchschnittlichen Endgewicht von 105,2 kg als auch die Gruppe mit 116,6 kg Lebendgewicht erreichten die gleichen Anteile in den Handelsklassen.

Tab. 38 Handelsklasseneinstufung[1)] der Versuchstiere des Betriebes 1

Versuchs-gruppe	Rasse	Versuchs-endgewicht (kg)	Handelsklasse (%) E + I	II + III
I	DLxPI[2)]	109,1	64	36
II	DLxPI	99,5	68	32
III	PIG/DLxPI	106,6	60	40
IV	PIG[3)]	96,6	45	55
V	DLxPI	106,3	64	36
VI	PIG	104,9	41	59
VII	PIG	106,0	45	55
VIII	PIG	111,6	40	50
IX	PIG	109,7	44	56
X	PIG	111,7	45	55
XI	PIG	107,1	48	52
XII	PIG/DLxPI	105,0	50	50
XIII	PIG/DLxPI	106,1	50	50

Tab. 39 Handelsklasseneinstufung[1] der Versuchstiere des Betriebes II

Versuchs-gruppe	Rasse	Versuchs-endgewicht (kg)	Handelsklasse (%) E + I	II + III
I	DLxPI[2]	110,8	63	37
II	DLxPI	116,6	70	30
III	DLxPI	108,7	72	28
IV	DLxPI	105,2	70	30

1) Handelsklasseneinstufung gemäß Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Schweinehälften (1971)

2) Kreuzungstiere aus Deutsche Landrasse (DL) + Pietrain (PI)

3) Hybridschweine der Zuchtgesellschaft PIG-Camborough

2.8.3. Ergebnis der sensorischen Tests

2.8.3.1. Muskulatur

2.8.3.1.1. Triangeltest-Muskulaturproben

Bei der sensorischen Prüfung wurde bei den Muskulaturproben in 7 von 14 Durchläufen ein signifikanter Unterschied (= 0,05) zwischen Versuchs- und Kontrolltieren gefunden (Tab. 40). Da es im Triangeltest bei den drei Proben drei Möglichkeiten gab, ein Probenpaar zu bilden, betrug die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Prüfer zufällig 2 Proben als zusammengehörig betrachtete, 33,3 %. Aus der hohen Anzahl an richtig erkannten Probenpaaren läßt sich feststellen, daß die Prüfer befähigt waren, Unterschiede innerhalb der 3-er Kombination zu erkennen. Denn die zufällige Ermittlung war weniger wahrscheinlich. Diese Unterscheidung jedoch beinhaltete keine Wertung und keine Identifizierung des Versuchs- bzw. Kontrolltieres.
Die Ergebnisse der sensorischen Triangeltests, bei denen nur Kontrolltierproben eingesetzt wurden, zeigten, daß auch innerhalb des Kontrolltierkollektivs signifikante Unterschiede zwischen den Kontrolltieren festgestellt werden konnten. (Tab. 41 + Abb. 13).

Bei insgesamt 6 Testdurchläufen wurde 5-mal ein signifikanter Unterschied erkannt.

2.8.3.1.2. Bewertende Prüfung - Muskulaturproben

Die Auswertung der bewertenden Prüfung zielte darauf ab, die im Triangeltest festgestellten sensorischen Unterschiede näher zu charakterisieren. Dazu wurden einerseits die Wertungen der Prüfer mit richtigem Triangeltest für jedes einzelne Kriterium (Geruch, Geschmack, Konsistenz) graphisch dargestellt, indem die relativen Häufigkeiten der einzelnen Bewertungspunkte bei Versuchs- und Kontrolltieren verglichen wurden; andererseits wurde die Anzahl der im Triangeltest richtigen Urteile unterteilt in Urteile, die die Versuchstierproben positiver bzw. negativer als die Kontrolltiere werteten, wobei besonders die Wertungen des Geruchs und Geschmacks berücksichtigt wurden.
Bei den Merkmalen Geruch und Geschmack übertrafen die Kontrolltiere die Versuchstiere bezüglich der Bewertung "aromatisch (Note 1)" und "spezifisch (Note 2)" in der Häufigkeit deutlich (Abb. 14). Abweichender Geruch und Geschmack wurden bei über 60 % der Versuchstierproben häufiger festgestellt als bei Kontrolltieren mit nahezu 20 %. Die Konsistenz der Versuchs- und Kontrolltierproben wurde nahezu einheitlich beurteilt, wobei für ca. 60 % der Proben das Urteil "fest" angewandt wurde.
Die generell negativere geruchliche und geschmackliche Beurteilung der Versuchstiere wurde auch aus der Differenzierung der richtigen Triangeltesturteile erkennbar (Tab. 40). Dabei stuften die Prüfer bei insgesamt 92 richtigen Urteilen 69-mal die Versuchstierproben bei den Kriterien Geruch und Geschmack schlechter ein, als die Kontrolltiere.
Die Ergebnisse der bewertenden Prüfung, bei der nur Kontrolltiere untereinander verglichen wurden, zeigten, daß die Kontrolltiere insgesamt geruchlich und geschmacklich in nahezu 50 % der Beurteilungen Abweichungen aufwiesen. Die Konsistenz wurde in nahezu 60 % der Fälle mit "fest" bewertet.

Tab. 40 Sensorische Prüfung (Triangeltest) von gegarten Muskelproben (M. longissimus dorsi) aus Kontroll- und Versuchstierschlachtkörpern

Test-Nr.	Urteile	Anzahl richtiger Urteile +)	Urteile Versuchstierproben x) pos.	neg.
1	9	7*	1	6
2	10	9*	1	8
3	10	8*	0	8
4	9	6	1	5
5	10	6	3	3
6	10	9*	3	6
7	10	5	1	4
8	10	3	2	1
9	10	6	4	2
10	10	3	3	0
11	10	8*	2	6
12	10	6	0	6
13	10	9*	2	7
14	10	7*	0	7

+) Versuchs- und Kontrolltierproben konnten unterschieden werden

x) Versuchstierproben wurden in der bewertenden Prüfung (Geruch , Geschmack) positiver bzw. negativer als Kontrolltierproben beurteilt.

* signifikanter Unterschied (p = 95 %)

Tab. 41 Sensorische Prüfung (Triangeltest) von gegarten Muskelproben (M. longissimus dorsi) aus "nur" Kontrolltierschlachtkörpern (Kontrolltierproben A und B)

Test-Nr.	Urteile	Anzahl richtiger Urteile +)	Urteile Kontrolltierproben x) pos.	neg.
1	10	9*	4	5
2	10	6	4	2
3	10	7*	2	5
4	10	7*	1	6
5	10	7*	1	6
6	10	9*	1	8

+) Kontrolltierproben A und B konnten unterschieden werden

x) Kontrolltierproben A wurden in der bewertenden Prüfung (Geruch, Geschmack) positiver bzw. negativer als Kontrolltierproben B beurteilt

* signifikanter Unterschied (p = 95 %)

Abb. 13 Häufigkeitsverteilung der Einzelnoten für die Merkmale Geruch, Geschmack und Konsistenz der Muskulaturproben von Versuchs- und Kontrolltieren (n = 14) bei der bewertenden Prüfung (5 Prüfer)

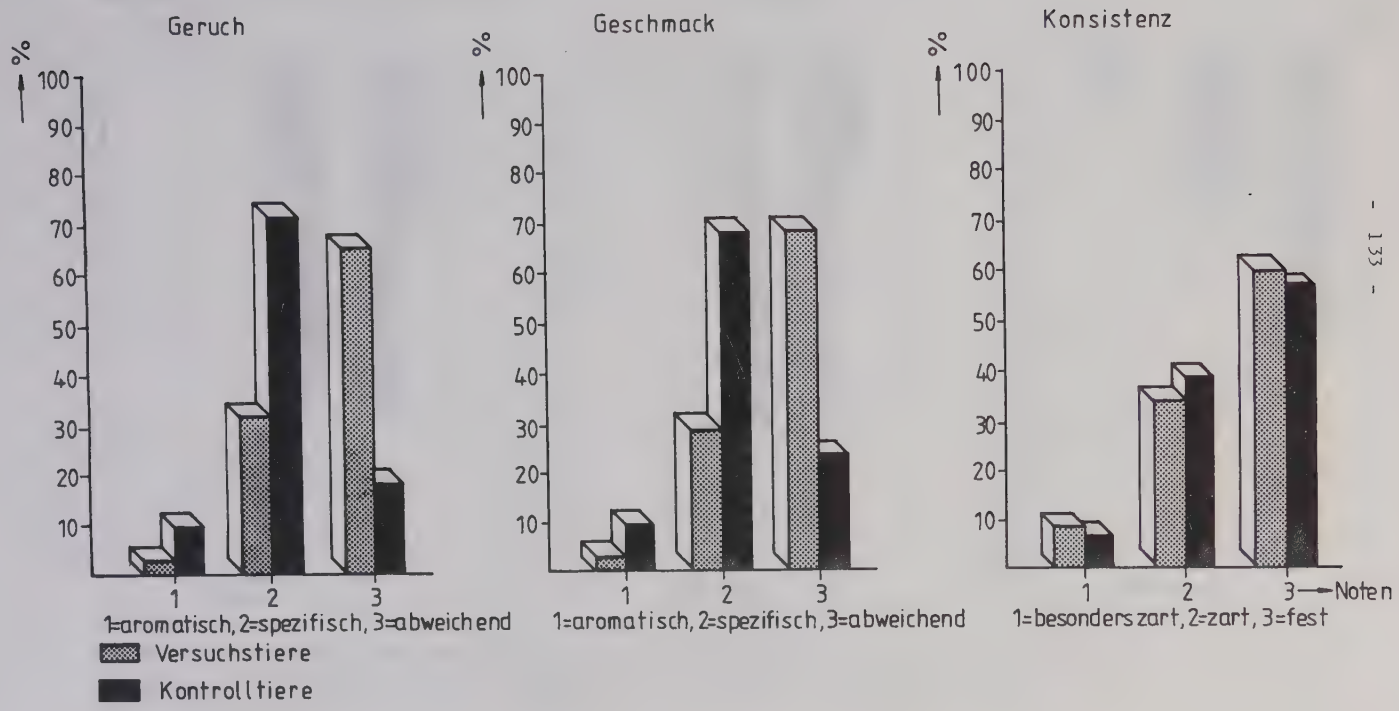
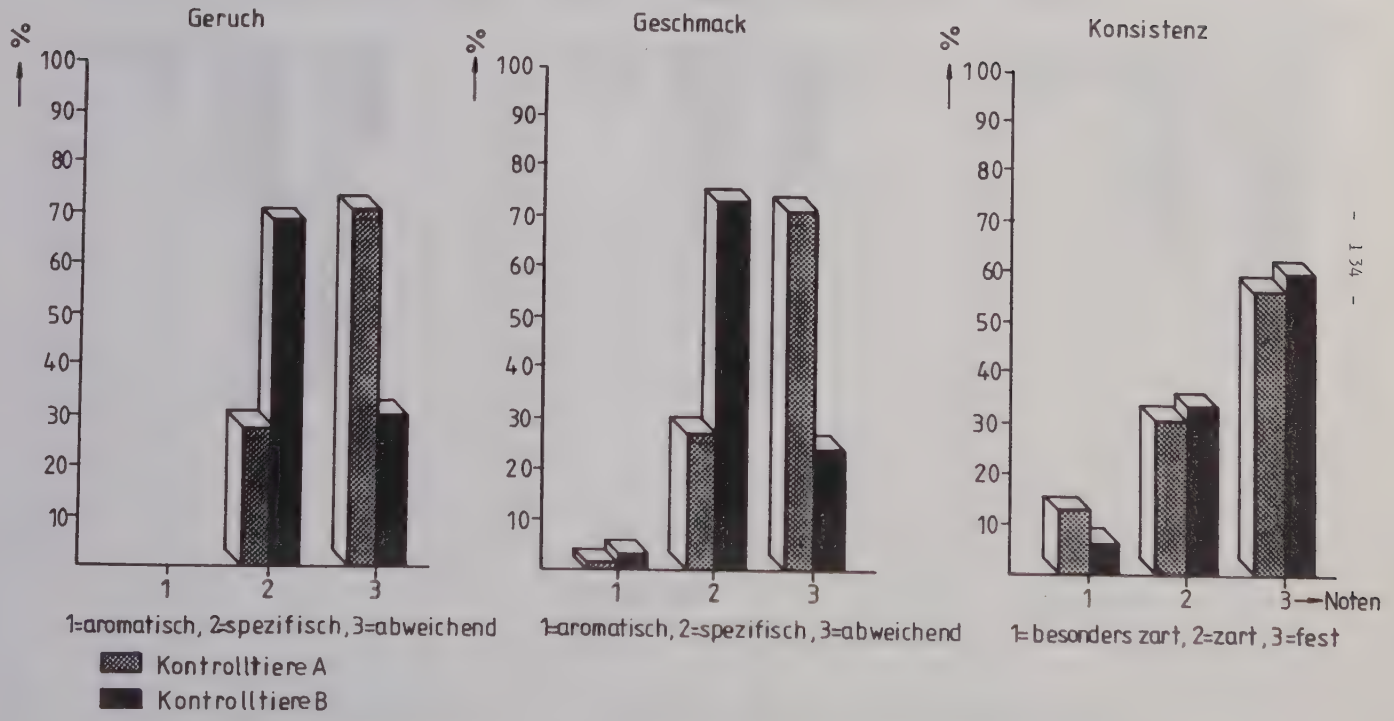


Abb. 14 Häufigkeitsverteilung der Einzelnoten für die Merkmale Geruch, Geschmack und Konsistenz der Muskulaturproben von "nur" Kontrolltieren (Kontrolltiere A und B, n = 12) bei der bewertenden Prüfung (5 Prüfer)



2.8.3.2. Rückenspeck

2.8.3.2.1. Triangeltest - Rückenspeck

Die Anzahl an richtig erkannten Probenpaaren Rückenspeck war im Triangeltest nur in 4 von 14 Testdurchläufen so hoch, daß ein signifikanter Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrolltierproben gegeben war. Bei der sensorischen Prüfung des Probenkollektivs, das nur Kontrolltieren entstammte, wurden nur 2 von 6 Proben signifikant unterschieden. (Tab.42)

2.8.3.2.2. Bewertende Prüfung - Rückenspeck

Bei der geruchlichen Bewertung der Versuchs- und Kontrolltierausschmelzproben des Rückenfettes wurde die Punktzahl 3 (d.h. die negativere Bewertung) häufiger bei den Versuchstieren (ca. 50 %) als bei den Kontrolltieren (ca. 25 %) vergeben. (Abb. 15) Diese Bewertung läßt sich aus der Tabelle 42 entnehmen; hierbei wurden bei insgesamt 71 richtigen Prüfurteilen nur 26-mal die Versuchstiere besser als die Kontrolltiere beurteilt.
Die sensorischen Unterschiede im Probenkollektiv, das nur Kontrolltierschlachtkörpern entstammte, wurde in der anschließenden bewertenden Prüfung deutlicher zum Ausdruck gebracht. (Tab. 43) Hierbei wurden sogar ca. 80 % der als Kontrolltiere A bezeichneten Proben als abweichend (Note 3) bezeichnet, während diese Bewertung bei den Kontrolltieren B nur in ca. 30 % der Fälle abgegeben wurde (Abb. 16)

Tab. 42 Sensorische Prüfung (Triangeltest) von Fettausschmelzproben (Rückenspeck) aus Kontroll- und Versuchstierschlachtkörpern

Test-Nr.	Urteile	Anzahl richtiger Urteile +)	Urteile Versuchstierproben x) pos.	neg.
1	10	6	2	4
2	10	3	0	3
3	10	6	2	4
4	10	1	0	1
5	10	7*	3	4
6	10	7*	0	7
7	10	4	2	2
8	10	4	3	1
9	10	7*	3	4
10	10	5	4	1
11	10	5	2	3
12	10	9*	1	8
13	10	6	3	3
14	10	1	1	0

+) Versuchs- und Kontrolltierproben konnten unterschieden werden (Geruch, Geschmack)

x) Versuchstierproben wurden in der bewertenden Prüfung positiver bzw. negativer als Kontrolltierproben beurteilt

* signifikanter Unterschied (p = 95 %)

Tab. 43 Sensorische Prüfung (Triangeltest) von Fettausschmelzproben (Rückenspeck) aus "nur" Kontrolltierschlachtkörpern Kontrolltierproben A und B)

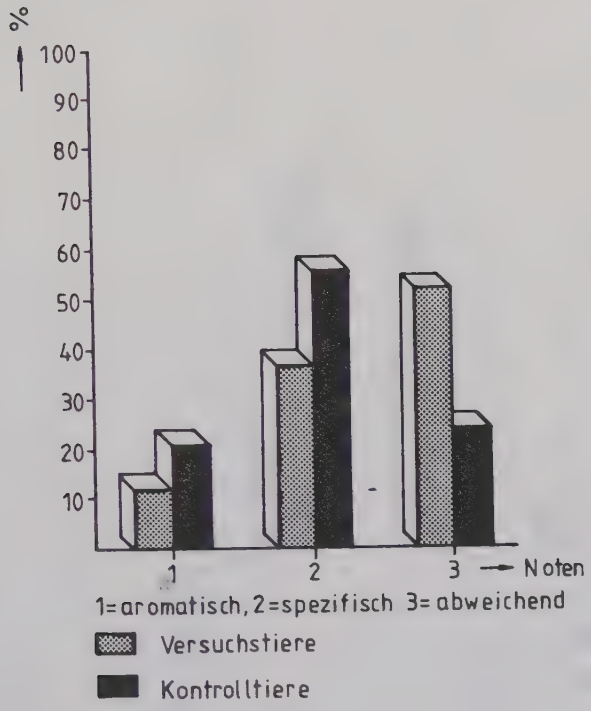
Test-Nr.	Urteile	Anzahl richtiger Urteile +)	Urteile Kontrolltierproben Ax) pos.	neg.
1	10	1	0	1
2	10	7*	2	5
3	10	8*	1	7
4	10	6	0	6
5	10	4	2	2
6	10	5	2	3

+) Kontrolltierproben A und B konnten unterschieden werden

x) Kontrolltierproben A wurden in der bewertenden Prüfung (Geruch, Geschmack) positiver bzw. negativer als Kontrolltierproben B beurteilt.

* signifikanter Unterschied (p = 95 %)

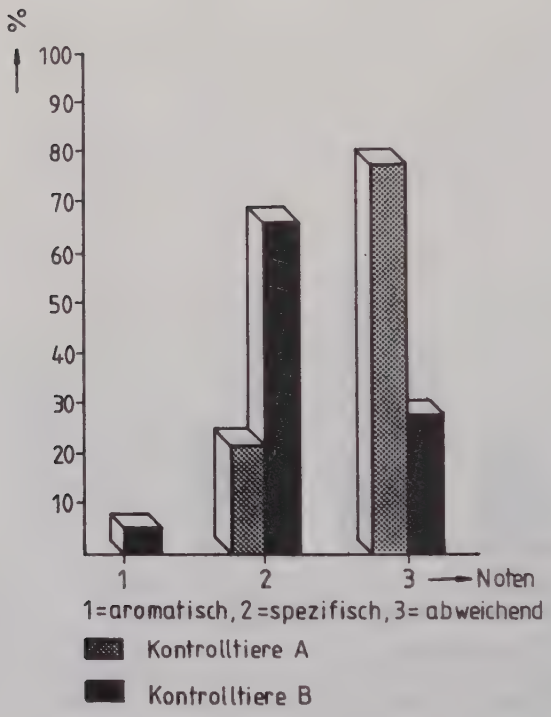
Abb. 15 Häufigkeitsverteilung der Einzelnoten für das Merkmal Geruch der Rückenfettproben von Versuchs- und Kontrolltieren (n = 14) bei der bewertenden Prüfung (5 Prüfer)



2.8.4. Fettsäuremuster des Rückenspecks aus Versuchs- und Kontrolltierschlachtkörpern

Die Fettsäurezusammensetzung des Rückenspecks zeigte Differenzen in Abhängigkeit von der Fütterung (s. Tab. 44) . Bei den Versuchstieren lag der Gehalt an Palmitolein - ($\bar{x}$ = 2,8 %), Öl - ($\bar{x}$ = 42,5 %) und Linolsäure ($\bar{x}$ = 10,5) über dem der Kontrolltiere, während gleichzeitig die Anteile an Palmitin- ($\bar{x}$ = 20,3 %) und Stearinsäure ($\bar{x}$ = 11,2 %) abnahmen (s. Abb. 17). Insgesamt stieg bei den Versuchstieren die Menge an ungesättigten Fettsäuren um etwa 7 % an.

Abb. 16 Häufigkeitsverteilung der Einzelnoten für das Merkmal Geruch der Rückenfettproben von "nur" Kontrolltieren (Kontrolltiere A und B, n = 12) bei der bewertenden Prüfung (5 Prüfer)



2.8.5. Fettsäuremuster des Futterfettes aus Tierkörperhomogenisat

Das Futterfett des Tierkörperhomogenisats war durch hohe Gehalte an Ölsäure ($\bar{x}$ = 36,9 %) sowie an Palmitinsäure ($\bar{x}$ = 23,5 %) gekennzeichnet. Weiterhin waren Stearinsäure und Linolsäure in höheren Konzentrationen enthalten. (s. Tab. 45). Diese vier Fettsäuren stellten 83,5 % der Gesamtfettsäuren dar. Die Fettsäurezusammensetzung des Futterfettes war ähnlich der des Rückenspeckes der Kontrolltiere (s. Abb. 18). Das Futterfett zeichnete sich durch ein recht konstantes Fettsäuremuster aus (s. Standardabweichung Tab. 45).

Tab. 44 Fettsäuremuster des Rückenspeckes von Versuchs- und Kontrolltieren (Angaben in % der Gesamtfettsäuren)

Proben-Nr.	C 14:0	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
V 91	1,5	20,1	2,6	10,8	40,8	11,0	1,8
V 92	1,2	19,3	2,6	12,3	46,5	10,1	1,2
V 94	1,5	19,6	3,3	8,9	41,2	11,7	1,4
V 96	1,3	18,0	2,4	10,4	42,8	10,5	1,6
V 97	1,3	19,9	3,1	11,1	39,9	10,0	2,0
V 100	1,6	22,3	2,5	12,7	44,4	9,5	1,1
V 103	1,6	21,5	2,7	12,5	39,4	10,5	1,6
V 113	1,4	21,5	2,7	12,5	39,4	10,5	1,6
$\bar{x}$=	1,4	20,3	2,8	11,2	42,5	10,5	1,5
s= ±	0,16	1,41	0,29	1,33	2,55	0,53	0,31
K I	1,1	20,5	1,5	15,4	36,5	12,6	1,7
K II	1,4	22,1	1,8	14,2	35,8	10,5	1,7
K 80	1,8	22,8	2,2	13,3	37,4	7,8	1,8
K 82	1,6	23,9	2,1	14,8	38,4	7,4	1,5
K 93	1,6	23,8	2,1	14,7	38,9	7,1	1,6
K 101	1,8	26,5	2,5	15,4	37,1	7,0	1,1
K 104	1,7	23,2	2,3	14,1	35,5	7,3	1,6
K 106	1,6	25,2	2,4	13,9	42,4	6,4	1,3
K 108	1,5	25,9	2,2	16,2	44,6	8,3	0,7
$\bar{x}$=	1,6	23,9	2,1	14,7	38,5	8,3	1,5
s= ±	0,23	1,99	0,30	0,90	3,08	2,00	0,31

V : Versuchstiere
K : Kontrolltiere
C14:0 = Myristinsäure
C16:0 = Palmitinsäure
C16:1 = Palmitoleinsäure
C18:0 = Stearinsäure
C18:1 = Ölsäure
C18:2 = Linolsäure
C18:3 = Linolensäure

Abb. 17 Fettsäuremuster von Rückenspeck
(% der Gesamtfettsäuren)

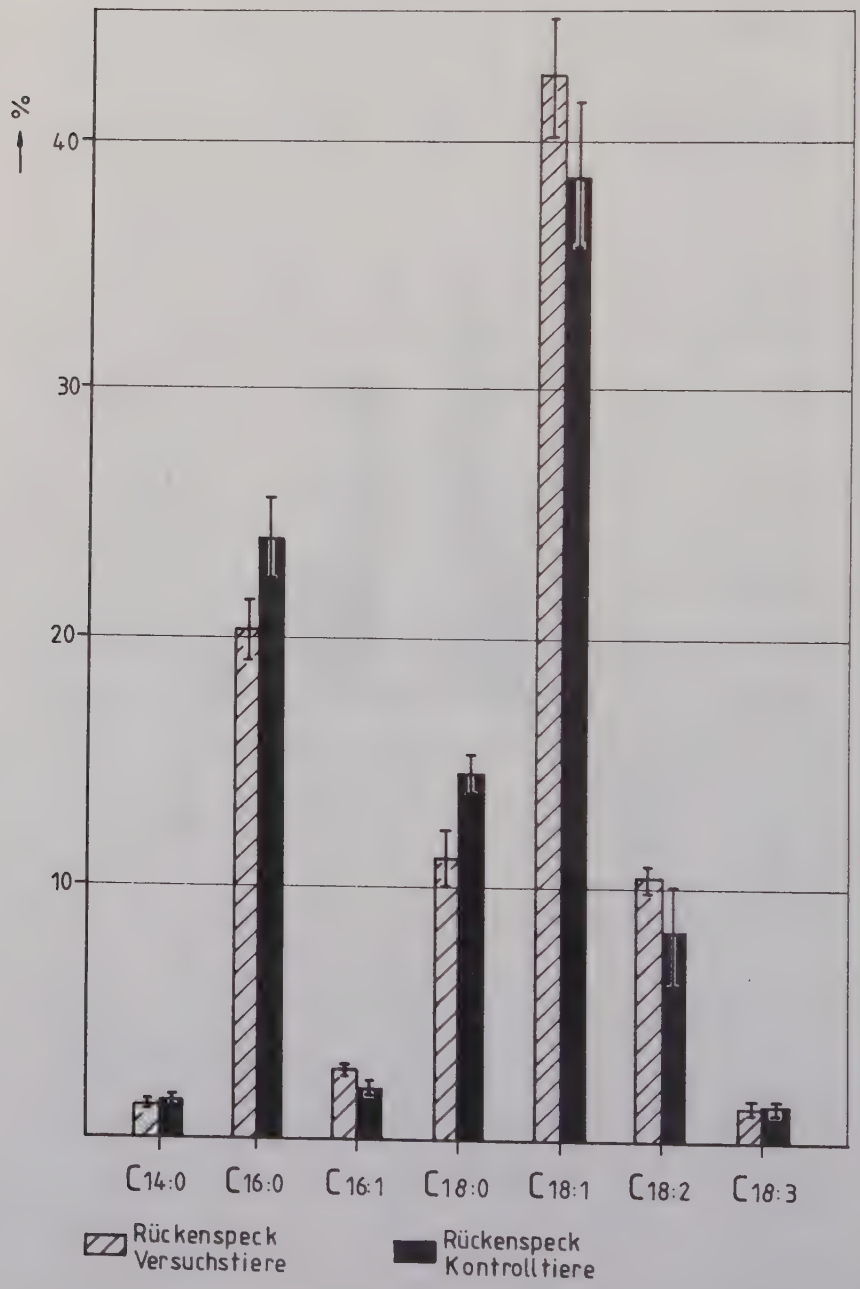
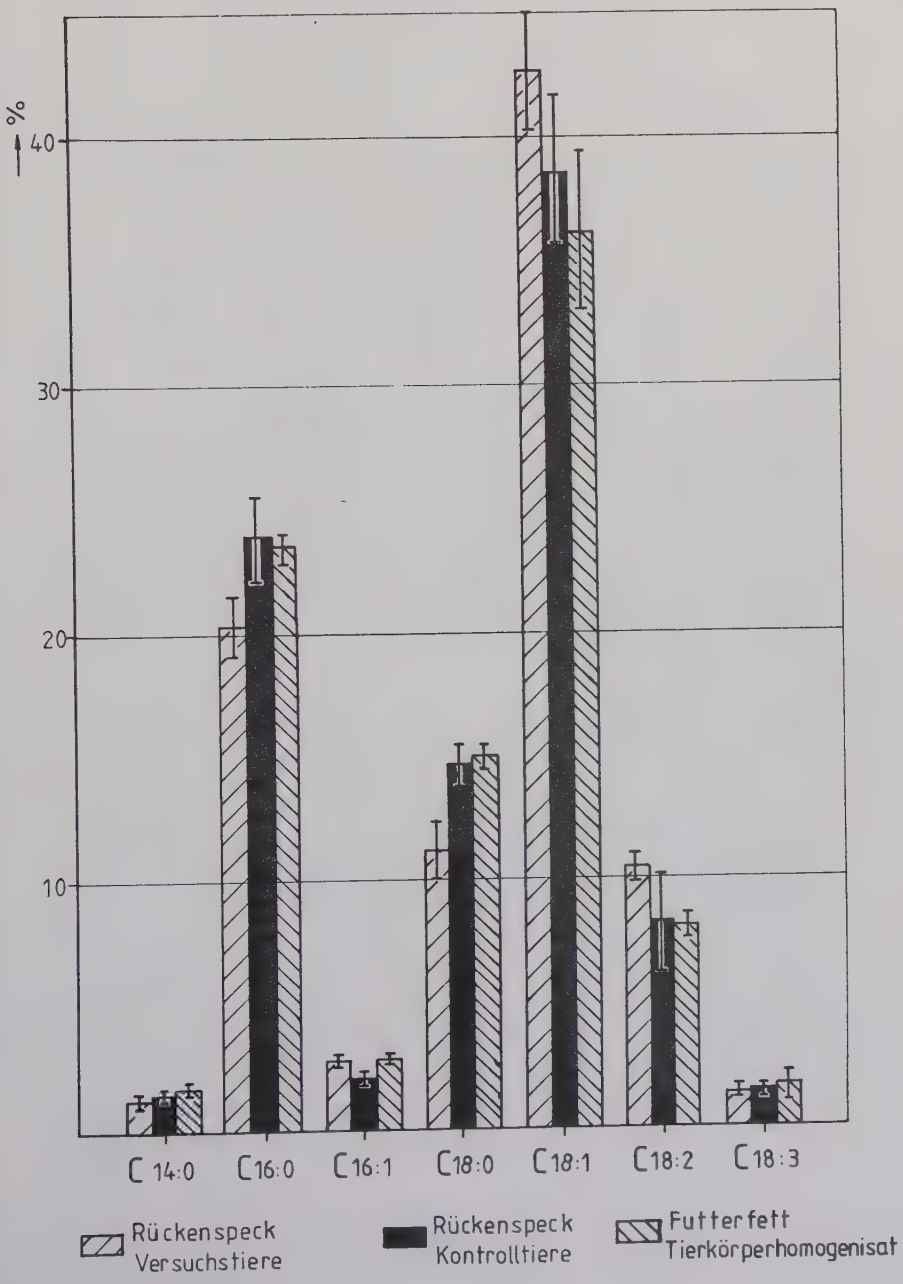


Abb. 18 Fettsäuremuster von Rückenspeck und Futterfett
(% der Gesamtfettsäuren)



Tab. 45 Fettsäuremuster des Futterfettes des Tierkörper-homogenisates II
(Angaben in % der Gesamtfettsäuren)

Charge	C 14:0	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3
D / 32	3,0	24,4	2,8	11,1	28,6	7,5	4,0
D / 33	1,7	23,7	2,7	14,8	36,8	8,0	1,9
D / 34	1,7	23,1	3,2	14,1	39,1	8,8	1,4
D / 35	1,5	24,2	2,9	14,9	37,6	8,3	1,4
D / 36	1,6	23,1	2,6	16,8	37,8	7,7	1,6
D / 38	1,9	24,4	3,3	13,6	37,5	8,7	1,9
D / 39	1,5	24,1	2,8	15,7	40,2	8,4	1,0
D / 40	1,6	23,1	2,8	16,0	37,4	8,1	1,5
D / 41	1,7	22,6	2,6	15,9	35,6	7,3	1,7
D / 42	1,5	23,0	2,9	15,0	37,3	8,3	1,5
D / 43	1,7	22,6	2,6	15,9	35,6	7,3	1,7
D / 44	1,7	22,5	2,6	15,1	35,7	7,6	1,8
D / 45	1,7	23,8	3,0	15,0	39,0	8,6	1,5
D / 46	1,7	23,0	2,9	16,4	37,7	7,6	1,4
$\bar{x}$ =	1,8	23,5	2,9	15,0	36,9	8,1	1,7
s = ±	0,34	0,67	0,22	0,62	3,2	0,49	0,72

C 14:0 = Myristinsäure
C 16:0 = Palmitinsäure
C 16:0 = Palmitoleinsäure
C 18:0 = Stearinsäure
C 18:1 = Ölsäure
C 18:2 = Linolsäure
C 18:3 = Linolensäure

D. DISKUSSION

Keimgehalt von Tierkörperhomogenisat und Tierkörpermehl

Der Einsatz von Tierkörperhomogenisat in der Schweinemast ist zunächst an die Grundforderung des § 3 des Tierkörperbeseitigungsgesetzes geknüpft, wonach Tierkörper und Tierkörperteile so zu beseitigen sind, daß die Gesundheit von Mensch und Tier nicht gefährdet wird. Das vorgeschriebene Verfahren muß demnach zunächst die Sicherheit gewährleisten, daß pathogene sowie fakultativ pathogene Mikroorganismen sicher abgetötet werden. Hierbei ist also keine absolute Keimfreimachung (Sterilisation) gefordert.

In der Rohware ist mit dem Vorkommen von Cl. perfringens zu rechnen. (ELTER & SCHARNER, 1968; NITSCHIPORUK, 1968; AMTSBERG et al., 1976; BUGL, 1977). Diese Clostridien-Spezies konnte im Tierkörperhomogenisat jedoch nicht nachgewiesen werden. In Eiweißmischsilage (MEYER & KIEHN, 1979; KÖHLER & HÖRNICKE, 1983) konnten hingegen Cl. perfringens neben Cl. septicum und Cl. novyi isoliert werden. Weiterhin wurden in Tiermehlen Cl. novyi, Cl. septicum, Cl. sordelli, Cl. sporogenes, Cl. bifermentans, Cl. tertium und Cl. putrefaciens vorgefunden (TITTINGER, 1971; BUGL, 1977; METTE, 1980).

In fast allen in der TBA entnommenen Tierkörperhomogenisatproben waren anaerobe Sporenbildner nachweisbar. Diese dürften auf eine Rekontamination des frisch behandelten Materials im weiteren Verarbeitungssystem zurückzuführen sein. Denn bei einer ordnungsgemäßen Sterilisation (20 min. 133° C) ist nach Erhitzungsversuchen von BUGL (1977) mit einer Abtötung von Cl. bifermentans und Cl. perfringens-Sporen zu rechnen. Auch aufgrund der für Cl. sporogenes angegebenen z- bzw. D-Werte (RIEDINGER, 1980) ist eine Inaktivierung dieser Sporen zu erwarten. Jedoch hängt die Hitzewiderstandsfähigkeit eines Keimes nicht nur vom Mikroorganismus selbst ab, sondern auch von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Sterilisiergutes, die dessen Wärmedurchdringung wesentlich beeinflußt. Für eine ordnungsgemäße Sterilisation ist nach RIEDINGER (1975) eine Vorzerkleinerung der Rohware erforderlich, um die notwendigen Kerntemperaturen und Einwirkungszeiten in allen Teilen des Materials zu erreichen.

Dieses Vorgehen war bei der Herstellung des Tierkörperhomogenisates erfüllt.
Die im Tierkörperhomogenisat angetroffenen Anaerobier der Gattung Cl. paraputrificum und Cl. butyricum sind als apathogene, mäßige bzw. starke Gasbildner bekannt. Die sowohl in den Proben der Tierkörperbeseitigungsanstalt als auch der Tierhalterbetriebe vorgefundene Cl. paraputrificum-Spezies führte nach Abkühlung im Lagertank nicht zu einer vermehrten Gasbildung. Jedoch bei Hinzutreten von Cl. butyricum wurde eine starke Gasbildung beobachtet, die in einem Tierhalterbetrieb zu einem Überschäumen des Tankinhaltes geführt hatte. Da in dem frischen Tierkörperhomogenisat Cl. butyricum-Sporen nicht nachweisbar gewesen waren und zudem in anderen Mastbetrieben nach Belieferung mit der gleichen Tierkörperhomogenisatcharge dieses Phänomen nicht aufgetreten war, muß von einer Rekontamination im Tierhalterbetrieb ausgegangen werden. Hierbei ist zu erwähnen, daß in diesem Betrieb die Lagerungsbedingungen (Restmengen vor Neubefüllung) und Lagerungshygiene (keine Reinigung und Desinfektion des Lagerbehälters) ungenügend waren.

Ein Zusatz des Konservierungsstoffes Propionsäure dürfte derartige Zwischenfälle nicht direkt verhindern, da dieser Zusatzstoff keine sporocide Wirkung besitzt. Jedoch könnte an eine mögliche Beeinflussung des Auskeimens dieser Sporen durch Propionsäure gedacht werden.

Die in dem frischen Tierkörperhomogenisat vorgefundenen Clostridien-Sporen entstammen offensichtlich der TBA-eigenen Keimflora, da diese auch in untersuchten Tierkörpermehlchargen aus dieser Anlage vorlagen. Es ist anzunehmen, daß hierfür in beiden Fällen Rekontaminationen des erhitzten Materials nach Verlassen des Vorkochers im weiteren Verarbeitungssystem verantwortlich waren. Denn eine ordnungsgemäße Hitzesterilisation der Rohware entsprechend § 5 der Tier KB-Anstalten-VO war nachweislich durchgeführt worden.

Die in den Lagerbehältern der Tierhaltungsbetriebe sich ausbildende Laktobazillen-Flora ist offensichtlich auf eine Rekontamination dieser Keime von der Transport- und Lagerbehälteroberfläche (s. Tupferproben) zurückzuführen.

Eine signifikante Abhängigkeit des Gehaltes an Laktobazillen von der Lagertemperatur und -dauer' wurde nicht beobachtet. Bei den mit Propionsäure konservierten Chargen war unabhängig von der Konzentration der Propionsäure die Laktobazillenflora der dominante Anteil, der Keimzahlen von 10^4 - 10^7/g erreichte.

Bei den nicht konservierten Tierkörperhomogenisatchargen überwog eine Pseudomonadaceae-Flora, die nach Zusatz von Propionsäure wieder unterdrückt werden konnte.

Enterobacteriaceae ließen sich nur selten, Salmonellen in keinem Falle nachweisen. Im Gegensatz hierzu wurden in Tiermehlproben häufig Salmonellen isoliert (MAYER, 1978; BISPING et al., 1981; FLATSCHER & WILLINGER, 1981; KEMPF & PIETZSCH, 1981).

Auswirkungen auf Fleischqualitätsparameter

Die durch elektrometrische Messung an Versuchs- und Kontrolltierschlachtkörpern ermittelten durchschnittlichen pH_1 - bzw. pH_{24}-Werte stimmen mit den von REUTER (1982) angeführten Normalwerten für den M. semimembranosus bei Schweineschlachttierkörpern überein. 3,5 % der überprüften Versuchs- und 2,8 % der Kontrollschlachttierkörper wiesen pH_1-Werte $\leq$ 5,8 auf. Dieser Prozentsatz ist im Vergleich zu Literaturangaben von SCHEPER (1982) als relativ niedrig anzusehen. SCHEPER gibt bei Marktuntersuchungen 1977 den Anteil von Schlachttierkörpern mit pH_1-Werten $\leq$ 5,8 in der Schinkenmuskulatur mit ca. 10 % in den Handelsklassen E, II + III und von ca. 20 % der Handelsklasse I an. Die Vergleichswerte im Jahre 1979/80 lagen hingegen bei 50 % der Handelsklasse E, 40 % der Handelsklasse I, 25 % der Handelsklasse II und 20 % der Handelsklasse III, wobei sogar die Hälfte dieser Schlachttierkörper pH_1-Werte unter 5,6 aufwiesen. Die Prozentzahlen für DFD-Fleischqualitätsabweichungen lagen für die Untersuchungen 1977 um 7 % und 1979/80 um 23 %. Auf die Gründe, warum 1979/80 ein höherer Prozentsatz an Schweinen mit unerwünschter Fleischqualität vorgefunden wurde, ob ein streßempfindlicheres Tiermaterial oder andere Transport- und Schlachtbedingungen vorgelegen haben, wurde nicht näher eingegangen.

Ein deutlicher Einfluß der Schweinerasse auf den pH_1-Wert im Kotelett oder Schinken ist aus den Ergebnissen der Geschwister- und Nachkommenprüfung in der Mastprüfungsanstalt Haus Düsse (HOPPENBROCK & DEIMEL, 1983) abzuleiten. Bei der Prüfung auf Mastleistung und Schlachtkörperbewertung wurden unter gleichen Haltungs- und Schlachtbedingungen bei 1674 Tieren der Deutschen Landrasse (DL) durchschnittliche pH_1-Werte im Kotelett von 5,69 und im Schinken von 5,87 ermittelt. Schweine der Rasse Pietrain erreichten pH_1-Werte im Kotelett von 5,66 und im Schinken von 5,79, während Tiere der Rasse Deutsches Edelschwein (DE) pH_1-Werte im Kotelett von 6,51 und im Schinken von 6,58 aufwiesen.

Auch die ermittelten durchschnittlichen $Rigor_1$-Werte der Versuchs- und Kontrolltiere lagen im Bereich der von REUTER (1982) angegebenen Normalwerte von 7 - 12 mm für die Messung am M. semimembranosus. Die an vier Schlachttierkörpern festgestellten Rigorwerte $\geq$ 12 mm waren ebenfalls den Tieren zuzuordnen, die auch pH_1-Werte $\leq$ 5,8 aufwiesen.

Die mittels der Filterpapierpreßmethode mit dem Braunschweiger Modell gemessenen Werte für das auspreßbare Gewebewasser, die als Quotient von Fleisch- und Gesamtfläche (REUTER, 1982) angegeben wurden, entsprachen nicht in allen Fällen den für Normalschlachttierkörper von REUTER (1982) empfohlenen Richtwerten von Q = 0,7. Sie unterschritten aber nicht oder nur in 3 Fällen den Grenzwert von 0,5.

Die an einigen Schlachttagen ermittelten Durchschnittswerte von Q $\leq$ 0,6 könnten zum einen auf die im Rahmen eines Feldversuches nicht einzuhaltende Standardisierung von Transport- und Schlachtbedingungen zurückzuführen sein. Zum anderen könnte der niedrigere Quotient der ungenügenden Standardisierung des notwendigen Preßdruckes des Braunschweiger Gerätes zugeschrieben werden, da durch Abnutzung einzelner Geräte sowie durch Vertauschen der Plexiglasplatten der erforderliche Preßdruck nicht mehr gewährleistet war. HÄUSSERMANN (1984) erarbeitete einen Preßprobentest mit einer deformierbaren Silikonscheibe zur Kontrolle des notwendigen Preßdruckes.

Außerdem ist in einigen Fällen anzunehmen, daß die Probenentnahme nicht ausreichend tief in der Muskulatur erfolgte, sondern die Quetschprobe aus einer oberflächlich feuchten Fleischpartie entnommen wurde, da die Schlachttierkörper nach dem Ausweiden mit Wasser abgesprüht wurden.

Weiterhin können die niedrigeren Q_1-Werte mit einem niedrigeren intramuskulären Fettgehalt und einem dadurch vergrößerten Gesamtwassergehalt der Muskulatur zusammenhängen (HAMM, 1972), da vorwiegend Tiere der Handelsklasse I untersucht wurden. Bei erhöhter Energiezufuhr stellten WENK et al. (1976) und HOPP (1980) einen stärkeren intramuskulären Fettgehalt der intensiver gemästeten Tiere fest; sie konnten jedoch keinen Unterschied in der Rückenspeckdicke und in der Klassifizierung beobachten. Durch einen höheren intramuskulären Fettgehalt wird nach Ansicht von SCHROEDER et al. (1973), UNSHELM et al. (1974) und VEITH & VON LENGERKEN (1979) eine signifikante Farbaufhellung des Fleisches bewirkt, die vermutlich mit einer schlechteren visuellen Beurteilung der Fleischbeschaffenheit in Verbindung steht. Die in vier Proben gemessenen Q_1-Werte $\leq 0{,}5$ korrelierten mit den pH_1- und $Rigor_1$-Werten, so daß in diesen Fällen Qualitätsabweichungen im Sinne des PSE-Fleisches angenommen werden müssen.

Generell muß darauf hingewiesen werden, daß über eine vielseitige Beeinflussung der Fleischqualität größere Widersprüche in der Literatur bestehen. Dies beruht nach FÜRST & BERSCHAUER (1981) zu einem großen Teil auf unterschiedlichen Untersuchungsmethoden, verschiedenen Tierpopulationen und nicht leicht erfaßbaren zufälligen Umwelteinflüssen. VEITH & VON LENGERKEN (1979) vertreten die Ansicht, daß die Fütterung - verglichen mit anderen Einflußfaktoren - nur bei extremen Fütterungsbedingungen eine bedeutende Auswirkung auf die Fleischqualität hat. Als weitere Ursache für Qualitätsmängel ist die Behandlung der Tiere ab Hof einschließlich des Schlachtvorganges selbst anzusehen (ZUCKER, 1982). Transportbedingungen, Ruhezeiten, die Art des Treibens und der Betäubung haben sich als wichtige Einflußfaktoren erwiesen. Allerdings scheint der Einfluß der genetisch bedingten Disposition größer zu sein als die Auswirkung dieser Behandlung der Tiere.

Auswirkungen auf die sensorische Beschaffenheit der Gewebe

Nach Meinung von GRAU (1968) läßt sich durch die Fütterung die Beschaffenheit des Muskel- und Fettgewebes beim Schwein viel eher beeinflussen als beim Wiederkäuer. Dies beruht auf dem unterschiedlichen Stoffwechsel der Tiere und gilt ganz besonders für das Fettgewebe, in dem sehr viele Geruchs- und Geschmacksstoffe sowie auch ungesättigte Fettsäuren des Futters abgelagert werden. Somit ist eine Beeinflussung der sensorischen Fleischqualität durch unterschiedliche Rationszusammensetzung gegeben. Diese Einflußnahme wurde in der eigenen Arbeit durch sensorische Tests von Muskulatur und Fettgewebe (Triangeltest, kombiniert mit einer bewertenden Prüfung) und gaschromatographische Bestimmungen des Fettsäuremusters des Rückenspeckes überprüft. Als Zubereitungsmethode der Proben für das sensorische Prüfverfahren wurde eine von TROEGER (1983) beschriebene Mikrowellenerhitzung der Muskulatur in abgedeckten Bechergläsern als Zubereitungs- und Prüfgefäße ausgewählt. Als Vorteile dieser Methodik wurden von TROEGER (1983) die schnelle Garzeit (2,5 min.), die gleichmäßige Durchgarung der Probenportionen von innen nach außen und die genaue Erkennung des Zeitpunktes der vollständigen Durchgarung genannt.
Die Mikrowellenerhitzung in abgedeckten Bechergläsern führt zur Anreicherung der Aromastoffe in der Dampfphase und bietet die geruchliche Überprüfung nach Abheben des Glasdeckels. Mit dieser Prüftechnik ist es möglich, auch kleinere Unterschiede bei zu vergleichenden Proben zu erfassen.

Die Ergebnisse der eigenen Triangeltests zeigten, daß die Prüfpersonen fähig waren, nicht nur zwischen Versuchs- und Kontrolltieren (50 % der Proben) sondern auch zwischen einzelnen Kontrolltieren (83,3 % der Proben) zu unterscheiden. Die Häufigkeit der signifikanten Unterschiede war bei den Muskulaturproben größer als bei den Rückenfettproben. In der bewertenden Prüfung wurden bei dem Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrolltieren die Versuchstierproben bezüglich der Kriterien Geruch und Geschmack häufiger als abweichend beurteilt als die Kontrolltiere. Jedoch wurden bei dem Vergleich von Kontrolltierproben untereinander ungefähr die Hälfte der Proben als abweichend in Geruch und Geschmack eingestuft, so daß von einer gesicherten abweichenden sensorischen Beschaffenheit der Versuchstierproben nicht gesprochen werden kann.

Die häufig feste Konsistenz des gegarten Probenmaterials ist auf die Mikrowellenerhitzung zurückzuführen. Dieses Phänomen führte TROEGER (1983) als Nachteil der Mikrowellengarung im Vergleich zum konventionellen Kochprozeß an.

Aufgrund der festgestellten sensorischen Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrolltierproben einerseits sowie innerhalb des Kontrolltierprobenkollektivs andererseits sind diese Differenzen auf individuelle Fleischqualitätseigenschaften von Schlachttierkörpern zurückzuführen.

Für eine geruchliche und geschmackliche Beeinflussung der Muskulatur und/oder des Fettes eines Schlachttierkörpers sind mehrere Einflußfaktoren anzuführen. Zum einen wäre die Ausschlachttechnik anzumerken. Hier könnten kaum erkennbare Verschmutzungen der Proben mit Kot- und/oder Urinresten, die durch unsauberes Ausschlachten entstehen, zu Fehlbeurteilungen Anlaß geben. Weiterhin sind insbesondere die Qualitätskriterien Zartheit und Geschmack auch von der proteolytischen Reifung und Lagerung abhängig (GRAU, 1968). Auch die Beeinflussung durch erhöhten Milchsäuregehalt der Schlachttierkörper infolge kurzfristiger Streßeinwirkung ist möglich, worauf die gelegentlich säuerlichen Geruchs- und Geschmacksqualitäten zurückzuführen sein könnten. Jedoch lagen die pH_1-Werte der für die sensorischen Tests herangezogenen Schlachttierkörper im Normalbereich zwischen 5,9 und 6,5.

SCHÖNEN (1979) konnte bei sensorischen Untersuchungen von Muskulaturproben, die Schlachttieren entstammten, die zuvor mit "Futtersuppe" gefüttert waren, keinen Fremdgeruch oder -geschmack feststellen. Andererseits fanden GRUHN & RAU (1979) bei sensorischen Qualitätsbestimmungen des Fleisches von Tieren, denen Tiermehl bzw. eine Mischung aus Tiermehl und Borstenmehl verabreicht worden war, geringe abweichende Nuancen in Geruch und Geschmack bei allen Proben. Signifikante Unterschiede ergaben sich jedoch bei den einzelnen Kriterien nicht. Das Schweinefleisch entsprach den geforderten Qualitätsbedingungen.

Eine signifikante Korrelation zwischen säuerlichen und andersartigen Geschmacksabweichungen und dem Gehalt der Neutrallipide an Myristolein-, Stearin-, Öl- und Linolensäure sowie dem Gehalt der polaren Lipide an Linolensäure fanden MELTON et al. (1983). Aufgrund der eigenen gaschromatographischen Bestimmungen des Fettsäuremusters des Rückenspeckes war zwar eine leichte Tendenz zu höheren Öl- und Linolsäuregehalten sowie zu niedrigeren Palmitin- und Stearinsäuregehalten im Rückenspeck der Versuchstiere im Vergleich zu den Kontrolltieren erkennbar, jedoch waren diese Differenzen nicht statistisch abzusichern. Möglicherweise beruht die sporadisch auftretende abweichende Geruchs- und Geschmackskomponente der Versuchstiere auf einem höheren Gehalt an freien Fettsäuren in Muskulatur und Rückenspeck, die in Form der freien Fettsäure stärker organoleptisch hervortreten dürfte als in Form ihrer Glycerinester.

Auswirkungen auf das Fettsäuremuster

Als wichtigste Ursache der Variabilität im Fettsäuremuster tierischer Fette wird der Verfütterung von Fetten die größte Bedeutung beigemessen. Sehr große Unterschiede im Fettsäuremuster des Körperfettes ergeben sich in Abhängigkeit von Art und Menge des Futterfettes, da ein großer Teil der Futterfettsäuren direkt ins Körperfettgewebe eingebaut wird. Die Art des in den eigenen Versuchen eingesetzten Futterfettes entsprach aufgrund der gaschromatographischen Untersuchungen dem in der Literatur angegebenen Fettsäuremuster für Schweinefette bzw. einem Gemisch aus Schweine- und Rinderfett (PRABUCKI, 1971; KÜHNE, 1984). Dieses ist durch den hohen Anteil an Schlachtschweinenebenprodukten und Schweinekadavern in der Rohware sowie dem hohen Fettanteil des Schlachttierkörpers beim Schwein bedingt. Die Menge des Futterfettes lag pro Tier (70 kg LG) täglich bei ca. 150 g, wodurch ca. 20 % des täglichen Energiebedarfes gedeckt wurden (≙ 8 % Rohfett in der Futtertrockensubstanz).

Eine tendenzielle Beeinflussung der Fettsäurezusammensetzung des Rückenspeckes durch die Futterfettsäuren konnte bei den Versuchstieren beobachtet werden, wobei Öl- und Linolsäuregehalte gegenüber den Kontrolltierproben leicht erhöht sowie die Palmitin- und Stearinsäureanteile niedriger waren.

Ein Vergleich mit Literaturangaben (PRABUCKI, 1971; SCHEPER, 1982; KÜHNE, 1984) zeigt, daß die in den eigenen Untersuchungen ermittelte Fettsäurezusammensetzung des Rückenspeckes im Variationsbereich der von anderen Autoren angeführten Werte liegt.
Auch bei weitgehender Kongruenz des Fettsäuremusters des Futterfettes mit Schweinefetten war eine tendenzielle Beeinflussung der Fettsäurezusammensetzung des Schlachttierkörpers aufgrund der Art und Menge des verabreichten Futterfettes eingetreten.

Ähnliches beobachteten MORTENSEN et al. (1983). In einem Schweinemastversuch wurden der Ration steigende Mengen eines technischen Schweinefettes bis zu 12,8 % zugesetzt. Dabei ergab sich eine Abnahme der gesättigten Fettsäuren Palmitin- und Stearinsäure im Rückenspeck, während eine Zunahme der Öl- und Linolsäure erfolgte. Obwohl das zugesetzte Schweinefett im Fettsäuremuster dem des Rückenspeckes der Kontrollgruppe weitgehend glich, trat dennoch eine solche Veränderung ein. Auch der Einsatz von "Tierkörperhomogenisat" (COENEN, 1984) führte zu einer Erhöhung des Anteiles ungesättigter Fettsäuren, bes. Ölsäure, an den Gesamtfettsäuren sowohl im Rückenspeck als auch im Bauchfett. Diese Veränderung ergab sich aus der hohen Zufuhr dieser Säure mit dem "Tierkörperhomogenisat" (Ø 4,66 g/kg LM/Tag). Insgesamt wurde durch die Verschiebung des Fettsäuremusters die Speckkonsistenz nicht so auffällig verändert, so daß sie beanstandet werden mußte (COENEN, 1984).

Da die Fettsäurezusammensetzung verschiedener Organe nach Untersuchungen von MOLNAR et al. (1972) und SALLMANN (1972) deutlich unterschiedlich ist und da diese sich außerdem im Verlauf der Körperentwicklung der Tiere ändert (CHRISTENSEN, 1963; MOLNAR & CUPKA, 1969), kommt neben der Fütterung dem Alter und der Körperzusammensetzung der Schlachttiere als Variationsursache für Unterschiede im Fettsäuremuster weitere Bedeutung zu.

Vorkommen von Bioziden

Rückstände an Organochlorpestiziden konnten nur in 25 % der Tierkörperhomogenisatproben analysiert werden, wobei nur 2 Verbindungen in sehr geringen Konzentrationen erfaßt werden konnten und mit den im Tierkörpermehl gefundenen Werten vergleichbar waren.

Diese lagen weit unterhalb der in der Futtermittelverordnung reglementierten Höchstmengen. Etwas höhere Gehalte und ein größeres Spektrum an Organochlorpestiziden konnte im Futterfett (Tierkörperfett) ermittelt werden; dieses war aufgrund der Lipophilität dieser Substanzen zu erwarten. Insgesamt waren hier die Werte 1 - 2 Zehnerpotenzen niedriger als die Höchstmengen der Futtermittelverordnung; lediglich in einer Fettprobe konnte ein relativ hoher HCB-Gehalt gefunden werden. Dieser übertraf nicht den festgelegten Höchstwert der Futtermittelverordnung.

Auch bei den Untersuchungen von MEYER & COENEN (1984) überschritten die Gehalte an Organochlorbioziden in Tierkörperhomogenisat nicht die im Futtermittelrecht genannten Grenzwerte. Dagegen überschritten 1975 noch 50 % der von KNAPSTEIN untersuchten Tierkörpermehle die zulässige Höchstmenge von 0,02 mg HCB/kg.

Eine Anreicherung an Organochlorbioziden im Fettgewebe der Schlachttierkörper war nicht zu beobachten. Die Gehalte lagen allesamt entweder unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze oder weit unterhalb der im LMBG angegebenen Höchstmengen. Jedoch häufen sich in jüngster Zeit Berichte über Biozidkontaminationen in Futtermitteln, die auf unsachgemäße Lagerung oder Anwendung dieser Stoffe zurückzuführen waren (BRAUN, 1984; BRÜGGEMEIER, 1984).

Gemäß dem Carry-Over der chlorierten Kohlenwasserstoffbiozide ist mit einer Speicherung dieser Substanzen im Tierkörper zu rechnen. Somit ist diesem toxikologischen Recycling durch Tierkörperprodukte aus Tierkörperbeseitigungsanstalten, das zum Circulus vitiosus werden kann, besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Vorkommen von Schwermetallen

Die in den Tierkörperhomogenisatchargen festgestellten Gehalte an Schwermetallen (Cadmium, Blei) lagen für Blei weit unterhalb der von CRÖSSMANN & EGELS (1975) angegebenen durchschnittlichen Werte für Tierkörpermehl bzw. Fleischknochenmehl, während die Cadmiumwerte mit den Literaturangaben übereinstimmten.

Für die starke Bleikontamination von Tiermehl vermuteten die Autoren, daß das Blei eher aus der Tiermehlverarbeitung stammt als seine Ursache im akkumulierten Blei im lebenden Tierkörper hat. Der ermittelte durchschnittliche Bleigehalt im Tierkörperhomogenisat lag bei ca. 10 % der laut Futtermittelverordnung (1981) Anlage 5 zulässigen Höchstmenge für Tierkörpermehl als Einzelfuttermittel. Die Cadmiumwerte entsprachen Gehalten in anderen Futter- und auch Lebensmitteln und können somit als unbedenklich gewertet werden. Ähnliche Ergebnisse erzielten MEYER & COENEN (1984) bei Schwermetalluntersuchungen von Tierkörperhomogenisat. Die ermittelten Schadstoffgehalte an Blei, Cadmium, Quecksilber und Fluor lagen unterhalb der in der Futtermittelverordnung tolerierten Höchstmengen.

Ursachen von antibakteriellen Wirkungen im biologischen Hemmstoffnachweis

Die antibakteriellen Wirkungen des Tierkörperhomogenisates standen offensichtlich im Zusammenhang mit originären Inhaltsstoffen dieses Futtermittels. Über die keimhemmende Wirkung durch Fettsäuren wurde schon verschiedentlich berichtet (FOSTER & WYNNE, 1948; KODICEK, 1949; STAHLHEIM & WILSON, 1964; MOYLE, 1966; KHAN & KATAMAY, 1969; SHEU & FREESE, 1972). Bei der Untersuchung auf freie Fettsäuren zeigte sich, daß diese in der analysierten Konzentration das Wachstum von Bac. subtilis BGA zu hemmen vermochten. Dabei reagierten die Fettsäuren reversibel mit den Zellmembranstrukturen oder den Zellmembranproteinen; es wird eine Veränderung der Membranstruktur und eine Entkoppelung des Elektronentransportes von zwei Proteintypen, die für die ATP-Produktion und den Transport bestimmter Substanzen benötigt werden, bewirkt (SHEU & FREESE, 1972). Die Stärke der Hemmwirkung nimmt dabei mit der Zahl der Doppelbindungen im Fettsäuremolekül zu (KODICEK, 1949). Die nicht lineare Zunahme der Hemmhofgrößen mit der Konzentration der Fettsäuren dürfte in einem begrenzten Diffusionsvermögen lipophiler Substanzen im Agarmedium begründet sein.

Aussagen zur Thermostabilität

Die zur Thermostabilität einiger Antibiotika/Chemotherapeutika ermittelten Daten dürften orientierenden Charakter haben, da die Hitzestabilität von vielen Parametern,wie Untersuchungsmedium, Konzentration der Hemmstofflösung, Temperatur und Dauer der Hitzeeinwirkung, abhängt. Somit sind Vergleiche mit Literaturangaben wenig aufschlußreich. Zudem drückt ein negatives Ergebnis im Hemmstofftest gemäß Anlage 4 AB.A zum FlBG nicht in jedem Falle das Freisein von Hemmstoffen aus, da die Hemmwirkung im Agardiffusionsverfahren durch die Testkeimempfindlichkeit, den Nährboden sowie das zu untersuchende Material beeinflußt wird. Für den Nachweis von Antibiotika/Chemotherapeutika müßten physikalisch-chemische Verfahren angewandt werden, da diese im Gegensatz zu biologischen Bestimmungsverfahren mit einer geringeren Fehlerbreite und streng auf eine Substanz ausgerichtet sind. Weiterhin sind hiermit die Substanzen qualitativ und quantitativ nachweisbar. Solche Methoden sind: Gaschromatographie, Hochdruckflüssigkeitschromatographie, kombinierte Gaschromatographie + Massenspektrometrie sowie der Radioimmunassay. Aufgrund der sehr beschränkten finanziellen Aufwendungen für diesen Feldversuch konnten die vorgenannten Nachweismethoden nicht eingesetzt werden.

Auswirkungen auf Handelsklasseneinstufung und Verfettungsgrad

Die Handelsklasseneinstufung der Versuchstiere zeigte eine starke Abhängigkeit vom Rassetyp. Kreuzungstiere (DL x PI) wurden dabei besser bewertet als die Hybridschweine der Zuchtgesellschaft PIG Camborough. Ähnliche Ergebnisse wurden beim Warentest Mastferkel der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe (1981) erzielt, wobei die Hybriden PIG mit 66 % E + I einen geringeren Anteil aufwiesen als Tiere der Kreuzung DL x PI mit 78 % E + I. Die schlechtere Klassifizierung der Hybriden war auf den geringeren Gehalt an fleischreichen Teilstücken (50,9 %) zurückzuführen, während dieser bei DL x PI - Tieren 53,7 % betrug.
Ein zunehmender Anteil in den Klassen II + III mit steigendem Schlachtkörpergewicht konnte bei den eigenen Versuchen nicht beobachtet werden; somit war eine stärkere Verfettung der Tiere auch bei hohen Mastendgewichten nicht eingetreten.

Im Gegensatz hierzu stehen Versuchsergebnisse der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe (1981), die bei Mastendgewichten von 110 kg eine schlechtere Schlachtkörperbewertung mit 52 % E + I erzielten als bei Endgewichten von 100 kg mit 58 % Anteil in den Handelsklassen E + I.

In der Literatur wird der Einfluß des Fetteinsatzes in Schweinemastrationen auf die Verfettung von Schlachttierkörpern widersprüchlich beurteilt.
BERSCHAUER & RUPP führen hierfür eine Reihe von Faktoren an: 1. unterschiedliches Tiermaterial (unterschiedliche Proteinretentionskapazität) 2. unterschiedliche Fütterungsintensität (unterschiedlicher Ausschöpfungsgrad des Proteinretentionsvermögens) 3. unterschiedliches Protein-Energie-Verhältnis 4. bessere Verwertung von Fettenergie für den Fettansatz beim Mastschwein als von Kohlehydratenergie. Die bei den eigenen Versuchen ermittelte schlechtere Handelsklasseneinstufung der Hybridschweine könnte somit auf die verringerte Proteinretentionskapazität dieser Tiere zurückzuführen sein, da die anderen Faktoren relativ konstant für alle Versuchsgruppen gehalten werden konnten.

Auswirkungen auf die Mastleistung

Die Tageszunahmen mit 539 - 591 g während der ersten Hälfte des Versuchszeitraumes im Betrieb I waren unbefriedigend. Als Ursache dürften hierfür die hohen Schwankungen des Nährstoffgehaltes der Tierkörperhomogenisatchargen, ungünstige Klimafaktoren während der Herbst- und Wintermonate und eine Influenzainfektion im Monat November maßgebend gewesen sein. Auch ein vorübergehender unbefriedigender Futterverzehr, der auf eine verminderte Akzeptanz des Flüssigfutters infolge höherer mitverarbeiteter Anteile an Schlachtblut im Tierkörperhomogenisat zurückzuführen war, hat sicherlich zu diesem Ergebnis beigetragen. Frisches, pasteurisiertes Schlachtblut hält RIEDINGER (1982) aus geschmacklichen Gründen in der Schweinemast nur in begrenzten Mengen für einsetzbar. Hingegen konnte DAVIES (1978) in Fütterungsversuchen nachweisen, daß Futtermischungen auf der Basis von Gerste mit 4 % Blutmehl schmackhafter waren als solche mit 2 % Blutmehl.

Die Zuwachsleistungen der Gruppen X - XIII mit 612 - 640 g hingegen stellen unter Praxisbedingungen zu erzielende Werte dar. Zu berücksichtigen ist, daß die verendeten Tiere mit in die Berechnung der täglichen Durchschnittszunahmen einbezogen wurden. Da ein isokalorischer Austausch von Kohlehydrat- durch Fettenergie in der Ration vorgenommen wurde, müssen diese Werte mit Mastleistungen von Tieren, denen handelsübliches Futter mit einer EZS von 63 - 64 verabreicht wurde, verglichen werden.

Laut Jahresbericht 1981/82 des Erzeugerringes Westfalen lagen die Tageszunahmen bei 578 g im Ringdurchschnitt (STIEWE, 1983) für 312.000 ausgewertete Mastschweine. Ähnliche Leistungsergebnisse geben die Rheinischen Erzeugerringe für Mastschweine der Kreuzung DL x PI im Jahre 1981/82 an (SCHMITTEN, 1983). Im Warentest Mastferkel der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe wurden in einer Mastprüfungsanstalt für die Kreuzungsform DL x PI 701 g tägliche Zunahme ermittelt, während die PIG-Masttiere 751 g im Durchschnitt erzielten.

Einflüsse durch entstandene Tierverluste

Die Tierverluste in Höhe von 2,5 % bzw. 2,6 % in den Versuchsbetrieben I bzw. II waren vornehmlich auf Magen-Darmerkrankungen und Gliedmaßen-Skeletterkrankungen zurückzuführen. Während die Magen-Darmerkrankungen besonders in den ersten Versuchswochen (siehe Kotkonsistenz) und während einer Dysenterie im Betrieb I auftraten, wurden Gliedmaßen- und Skeletterkrankungen (bes. Beinschwächesyndrom) bei Kreuzungstieren DL x PI in der zweiten Hälfte der Mastperiode diagnostiziert. An Myopathien erkrankten ausschließlich die streßlabileren Kreuzungsprodukte aus DL x PI. Die Gesamtausfälle dieses Feldversuches lagen unterhalb der von der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe (1981) im Warentest Mastferkel angegebenen Verlusten von 4,1 % bei den Hybridschweinen PIG-Camborough und von 3,3 % bei den Kreuzungstieren DL x PI.

Klinische Beobachtungen

In den ersten 2 - 3 Versuchswochen war nach der Fütterungsumstellung von pelletiertem Futtermittel auf Flüssigfutter eine Tendenz zu Durchfallerscheinungen sichtbar.

Die temporär auftretenden Veränderungen in der Kotkonsistenz konnten ätiologisch nicht geklärt werden. Als Ursache könnte der in der Ration erhöhte Fettgehalt - dieser nahm von ca. 2 % auf ca. 8 % der Futtertrockensubstanz des Flüssigfutters zu - und eine begrenzte Verdaulichkeit der Fette infolge ungenügender Lipaseaktivität bzw. -spezifität bei den Ferkeln in Frage kommen. Weiterhin ist an die durch einen hohen Energiegehalt der rohfaserarmen Ration und durch eine infolge Magenüberladung - diese ist bedingt durch eine rasche Aufnahme eines großen Volumens Flüssigfutter während der beiden Tagesmahlzeiten - hervorgerufene Hemmung der Darmperistaltik begünstigte Coli-Enteritis zu denken. Die in der Versuchsgruppe II während der 7. - 9. Woche vermehrt zu beobachtende weichere Kotkonsistenz kann auf den in diesen Tierkörperhomogenisatchargen sehr hohen Rohfettgehalt zurückgeführt werden.

In anderen Tierkörperhomogenisat verfütternden Mastbetrieben konnte häufiger ein weichgeformter Kot beobachtet werden. Ein daraufhin eingesetztes, cholinangereichertes Mineralfuttermittel führte zu einer festeren Konsistenz der Faeces. Eine durch die Cholinsupplementierung und dadurch hervorgerufene emulgierende Wirkung von Lecithin vermutete höhere Rohfettverdaulichkeit steht im Widerspruch zu Untersuchungen von MEYER & COENEN (1984). Dieser konnte durch Zusatz von 2 - 10 % Lecithin die Verdaulichkeit des Rohfettes nicht verbessern.

Nährstoffzusammensetzung

Die in den Nährstoffuntersuchungen ermittelten Rohnährstoffgehalte zeigten in der Anfangsphase der Tierkörperhomogenisatproduktion stark schwankende Gehalte an Rohprotein und Rohfett. Dieses war sowohl auf die wechselnde Zusammensetzung der Rohwarenkomponenten (Schlachtnebenprodukte, Tierkörper) als auch auf die unterschiedliche Handhabung der Fettgewinnung im Absetzverfahren durch die TBA-Mitarbeiter zurückzuführen. Dabei stieg im besonderen durch einen höheren Anteil an Schweinekadavern in der Rohware der Rohfettgehalt des Tierkörperhomogenisates an. Nachdem die Rohwarenselektion und das Fettabsetzverfahren standardisiert werden konnte, wurde ein annähernd gleichbleibendes Produkt hergestellt, wobei ein Gehalt von 10 % Rohfett und 15 % Rohprotein gewährleistet werden konnte.

Das Rohprotein des Tierkörperhomogenisates besteht nach eigenen Untersuchungen zu fast 90 % aus Aminosäuren; davon wiederum entfallen etwa 40 % auf essentielle Aminosäuren, wobei der Gehalt an Methionin/Cystin als niedrig und damit limitierend angesehen werden muß. Für die biologische Wertigkeit eines Proteins ist der Lysin-, Methionin- und Cystingehalt ausschlaggebend. Nach ERBERSDOBLER (1979) ist die biologische Wertigkeit für Tiermehl mit 48 relativ niedrig, während sie für Schlachtabfallproteine mit 64 - 68 angegeben wird. Die niedrige biologische Wertigkeit des Tiermehlprotein wird von ERBERSDOBLER auf den hohen Anteil von Knochen, Knorpel, Sehnen und Hautbestandteilen im Tiermehl erklärt. Somit ist der Einsatz von Tiermehlen in der Schweinemast eingeschränkt, so daß Tiermehl im Anfangsmastfutter zu 5 % und im Endmastfutter zu maximal 10 % in den Futtermischungen eingesetzt werden sollte (MEYER & BRONSCH, 1977). Auch SCHÜNEMANN (1983) weist aufgrund schlechter Tageszunahmen in Schweinemastversuchen mit einem Tierkörperhomogenisat (THK) als Alleinfutter auf die marginale Versorgung der Tiere mit essentiellen Aminosäuren, im besonderen Methionin und Cystin, hin.

Als Vorteil der Produktion von Tierkörperhomogenisat (RIEDINGER, 1982) wird der Wegfall der Trocknung und die damit verbundene deutlich verbesserte Eiweißqualität gesehen, da bei den aggressiven Trocknungsverfahren zu Tiermehl die Aminosäurenverfügbarkeit infolge Bildung von Oxydations- und Quervernetzungsreaktionen herabgesetzt wird.

Infolge der vorgenannten Gründe ist der Einsatz von Tierkörperhomogenisat als alleiniger Eiweißträger in der Schweinemastfutterration ernährungsphysiologisch nicht vertretbar.

Der Rohaschegehalt lag mit 2,4 % in der Originalsubstanz (≙ 8,6 % in der Trockensubstanz des Tierkörperhomogenisates) im Vergleich zu Tiermehl (Typ 60) mit 20,7 % Rohasche in der Trockensubstanz (Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, 1977) relativ niedrig. Dieses dürfte auf einen verminderten Anteil an Knochenmaterial in der Rohware zurückzuführen sein. Die in der Rohasche enthaltenen Mengen an Calcium (20,8 %) und Phosphor (14,2 %) entsprachen in etwa denen im Tiermehl (Typ 60). Der durchschnittliche Rohfasergehalt von 3,7 % der Trockensubstanz war gegenüber Tiermehl (Typ 60) mit 1,1 % erhöht; dieses war sicherlich durch mitverarbeiteten Pansen- und Schweinemageninhalt bedingt.

Nach Angaben von KAMPHUES (1980) beträgt der Rohfasergehalt unbehandelten Panseninhaltes 30,0 % und der von Schweinemageninhalt 13,7 % der Trockensubstanz.

Die in nur einer Charge analysierten Gehalte an Spurenelementen dürften nicht als repräsentativ angesehen werden. Um Schlußfolgerungen für die Supplementierung der Gesamtration durch Zufuhr von Spurenelementen mittels Mineralfuttermittel zu ziehen, müßten weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Auf die besondere Problematik der Eisenbestimmung sei nochmals hingewiesen. Der Einsatz eines speziell für die Ergänzung zu Tierkörperhomogenisat angefertigten Mineralfuttermittels (erhöhte Gehalte an Vitamin E und Selen sowie an Cholin) soll hier nur erwähnt werden.

Für die Eignung von Futterfetten in der Schweinemast hat der DLG-Arbeitskreis für Futterfette Empfehlungen erarbeitet, wobei für die erforderliche Fettqualität nicht nur Mindestanforderungen an die Reinheit und den Frischezustand gestellt werden, sondern auch Maximalwerte für bestimmte Fettsäuren bzw. Fettsäuregruppen nicht überschritten werden sollen. Die Anforderungen an die Fettsäurezusammensetzung konnte von dem in den Versuchen eingesetzten Futterfett erfüllt werden, so daß eine gute Verdaulichkeit der Fette erwartet werden kann sowie ein gewünschtes Fettsäuremuster des Schweinefettes sichergestellt ist. Ein standardisierter Rohfettgehalt im Tierkörperhomogenisat ist durch das Fettabsetzverfahren nur bei genauer Einhaltung der Rohwarenrezeptur gewährleistet, da durch jede Änderung der Rohwarenkomponenten eine nicht kalkulierbare Auswirkung auf die Bildung der Öl-Wasser-Emulsion eintreten kann.
So konnte bei Erhöhung des Schlachtblutanteils eine erhöhte Stabilität der Emulsion und somit ein verzögertes und verringertes Absetzen der Fettfraktion beobachtet werden.
Hierauf wiesen auch KIEHN et al. (1982) besonders hin.

E. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die mikrobielle Flora des Tierkörperhomogenisates besteht nach der Herstellung aus geringen Anteilen hitzeselektierter anaerober Sporenbildner apathogener Arten. Sie können allerdings durch Gasbildung während der Lagerung nach Absinken der Temperatur auf ca. 40° C stören, insbesondere, wenn in den Lagerbehältern vor der Neubeschickung abgekühlte Restmengen verblieben sind. Die im Anwenderbetrieb sich ansiedelnde Rekontaminationsflora ist als unbedenklich anzusehen, weil es sich überwiegend um eine acidophile Flora handelt. Diese wird geprägt durch die Anwendung von Propionsäure als Konservierungsmittel. Um eine einseitige Entwicklung von saprophytären Populationen zu verhindern, sollte bei normalem Betrieb eine gründliche Reinigung von Lager- und Transportbehältern vor Neubeschickung durchgeführt werden. Desinfektionsmaßnahmen werden nur bei Abweichungen in der Beschaffenheit des gelagerten Produktes erforderlich. Die Unterschreitung einer Lagertemperatur von ca. 50° C in isolierten Behältnissen und längere Lagerzeiten als 3 bis 4 Tage - in einigen Mastbetrieben betrugen diese bis zu 1 Woche - sollten vermieden werden.

Die Vorselektion der Rohmaterialkomponenten und ein geeignetes Fettabsatzverfahren ermöglichen eine annähernde Standardisierung der Inhaltsstoffe des Tierkörperhomogenisates. Das Verhältnis von Tierkörpern zu Schlachtabfällen sollte etwa 1 : 3 betragen. Durch Zugabe höherer Anteile Schlachtblut zur Rohware wird das Fett stärker emulgiert und ein Absetzen erschwert. Die niedrigen Gehalte an Methionin/Cystin limitieren den Einsatz des Tierkörperhomogenisates, so daß zusätzlich Proteine mit hoher biologischer Wertigkeit eingesetzt werden müssen, beispielsweise Soja- und Milchproteine oder synthetische Aminosäuren. Es dürfen bei der Herstellung des Tierkörperhomogenisates nicht nur geringwertige Rohwarenträger mit Proteinen niedriger biologischer Wertigkeit verarbeitet werden.
Eine im Hemmstofftest gegenüber Bac. subtilis BGA nachweisbare antibakterielle Wirkung des Tierkörperhomogenisates ist offensichtlich durch den Gehalt an freien Fettsäuren, insbesondere Öl- und Linolsäure, bedingt.

Der höhere Anteil an freien Fettsäuren beeinflußt nicht die Akzeptanz des Futters bei den Mastschweinen.

Schwermetall- und Organochlorbiozidrückstände liegen bei der beschriebenen Auswahl der Ausgangskomponenten weit unterhalb der in der Futtermittelverordnung, Anlage 5 (1981), angegebenen Höchstmengen. Überschreitungen könnten sich durch Verarbeitung hochbelasteter Tierkörper und Tierkörperteile, die ihrerseits aus unsachgemäßer Biozidanwendung resultieren, ergeben. Das träfe für Tiermehle und insbesondere Tierfette gleichermaßen zu. Eine stichprobenweise Überprüfung des Gehaltes an Organochlorbioziden in den Endprodukten einer Tierkörperbeseitigungsanstalt in angemessenen Zeitabständen ist generell zu fordern.

Eine Minderung der substantiellen Beschaffenheit des Fleisches im Sinne einer PSE-Fleischqualität wird durch Tierkörperhomogenisatverfütterung nicht bewirkt. Eine von der fleischverarbeitenden Industrie mehrfach vermutete Verbesserung der Fleischqualität müßte in weiteren Untersuchungen bestätigt werden. Der hohe Gehalt an geruchsintensiven Substanzen im Tierkörperhomogenisat führt nicht zu signifikanten sensorischen Abweichungen von Muskulatur und Rückenspeck. Der hohe Anteil an Ölsäure ($\bar{x}$ = 36,9 %, s = $\pm$ 3,2 % der Gesamtfettsäuren) und Linolsäure ($\bar{x}$ = 8,1 %, s = $\pm$ 0,49% der Gesamtfettsäuren) im Tierkörperhomogenisat bedingt eine leichte Zunahme dieser ungesättigten Fettsäuren im Fettsäuremuster des Rückenspeckes der gefütterten Tiere.
Außer gelegentlichen geringgradigen Konsistenzveränderungen des Fettes treten negative Eigenschaften wie geringe Haltbarkeit, Ranzigkeit und Verfärbungen des Schlachttierkörpers nicht auf.
Die mit Tierkörperhomogenisat gemästeten Tiere werden ohne Reklamation vom Fleischmarkt aufgenommen.

Eine stärkere Verfettung der Masttiere tritt nicht auf, wenn ein isoenergetischer Austausch von Kohlehydratenergie gegen Fettenergie in der Ration vorgenommen wird.

Die mit Tierkörperhomogenisat gefütterten Mastschweine zeigen im Vergleich zu Kontrolltieren keine vermehrten pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Gefühlsmäßige Bedenken gegen den Einsatz von Tierkörperhomogenisat in der Tierernährung können entkräftet werden, wenn man bedenkt, daß es sich hierbei lediglich um ein Zwischenprodukt eines seit Jahrzehnten üblichen Herstellungsprozesses zu Tiermehl und Tierfett handelt.

F. ZUSAMMENFASSUNG

In Tierkörperbeseitigungsanstalten fällt nach der Verarbeitung des Rohmaterials, das zu einem geringeren Teil aus Tierkörpern und zu einem größeren aus Schlachtabfällen besteht, ein fettreiches, flüssiges Homogenisat an. Üblicherweise wird dieses zu Tiermehl und Tierfett weiterverarbeitet. Aus Ernergieersparnisgründen sowie zur Reduzierung des Emissions- und Abwasseranfalls wird versucht, dieses Homogenisat nach Entfernen eines Teiles des Fettes in flüssiger Form direkt als Futterkomponente (Tierkörperhomogenisat, TKH) in der Schweinemast einzusetzen. Dieses erfolgte im Kreis Steinfurt zunächst in zwei Versuchsbetrieben aufgrund einer Ausnahmegenehmigung des Landesamtes für Ernährungswirtschaft, Düsseldorf, ab Dezember 1983 in einigen weiteren und ab Juli 1984 in insgesamt 13 Mastbetrieben mit ca. 10.000 Mastschweinen.

Im Rahmen eines Feldversuches sollte die Einsatzmöglichkeit eines solchen Homogenisates in folgenden Punkten überprüft werden: (1) Nährstoffmäßige Zusammensetzung und Standardisierung des Nährstoffgehaltes durch Vorselektion der Rohmaterialkomponenten, (2) Mikrobiologische Beschaffenheit bei der Vorratshaltung im Herstellerbetrieb sowie während der Lagerung im Mastbetrieb ohne und mit Anwendung von Propionsäure als Konservierungsmittel, (3) Schadstoffgehalte und Vorhandensein antibakteriell wirksamer Substanzen im Homogenisat und im Schlachttierkörper, (4) Beeinflussung der Gesundheitslage der Masttiere, (5) Auswirkungen auf die Beschaffenheit der Schlachttierkörper, (6) Überprüfung der fütterungstechnischen Wertigkeit, (7) betriebswirtschaftliche Vorteile der Tierkörperbeseitigungsanstalt.

Das TKH war nach einer betriebseigenen Rezeptur einer Tierkörperbeseitigungsanstalt (TBA) aus ca. 30 % Tierkörpern und 70 % Schlachtabfällen gemäß den amtlichen Vorschriften hergestellt worden. Nach Vorzerkleinerung der Rohmaterialkomponenten wurden diese auf 133° C erhitzt. Danach wurde ein Teil des Tierfettes im Absatzverfahren gewonnen. Das Produkt wurde nach seiner Feinzerkleinerung im Betrieb zwischengelagert.

Bei der Abgabe an die Mastbetriebe betrug die Temperatur des Homogenisates durchschnittlich 90° C (s = ± 4,2). Während der dreitägigen Lagerung in isolierten Behältnissen fiel die Temperatur auf durchschnittlich 43° C mit s = ± 9,5 (Betrieb I) bzw. 24,6° C mit s = ± 5,7 (Betrieb II) ab.
Im Rahmen der eigenen Untersuchungen wurden in zwei Mastbetrieben in der Zeit von Juli 82 - November 1983 17 Versuchsgruppen mit insgesamt 4,847 Schweinen (Mastbetrieb I : 3.737 Tiere ≙ 13 Versuchsgruppen; Mastbetrieb II: 1.110 Tiere ≙ 4 Versuchsgruppen) mit einem Flüssigfutter, das sich aus ca. 15 % TKH und alternierenden Ergänzungsfuttermitteln wie Magermilch, Sojaschrot, Altbrot, Manioka, Corn-Cob-Mix u.a. zusammensetzte, gemästet. Dieses Flüssigfutter wurde den Schweinen 7 - 10 Tage nach ihrer Aufstallung bei einem Durchschnittsgewicht von 27,3 kg LG (Betrieb I) bzw. 27,5 kg (Betrieb II) angeboten. Das Flüssigfutter wurde von den Schweinen gut aufgenommen, so daß sich aus der Akzeptanz keine Einschränkungen in der Schweinemast ergaben. Bei der Rationszusammenstellung war ein isoenergetischer Austausch von Fett-gegen Kohlehydratenergie erfolgt. Die durchschnittlichen Tageszunahmen aller Versuchsgruppen lagen im Betrieb I bei 602 g und im Betrieb II bei 613 g. Nach einer durchschnittlichen Mastdauer von 130 Tagen (Betrieb I) bzw. 136 Tagen (Betrieb II) kamen die Schweine auf einem Städtischen Schlachthof oder bei einer Fleischwarenfabrik zur Schlachtung.

Die Nährstoffuntersuchungen erfaßten die Inhaltsstoffe einer üblichen Futtermittelanalyse und speziell die Aminosäurenzusammensetzung der Proteinfraktion. Der Erfolg der Standardisierung des Nährstoffgehaltes wurde anhand der beiden wichtigsten Inhaltsstoffe Rohprotein und Rohfett bei 71 in der TBA bevorrateten Chargen verfolgt. Außerdem wurde das Fettsäuremuster der Rohfettfraktion (n = 14) gaschromatographisch analysiert.

Die mikrobiologischen Stufenkontrollen erfaßten alle wesentlichen Keimgruppen bei aerober und anaerober Kultivierung. Dazu wurden Proben von 17 in der TBA bevorrateten Chargen und von 28 im Mastbetrieb I bzw. 25 im Mastbetrieb II ca. 3 Tage lang gelagerten Chargen TKH entnommen und wenige Stunden später im Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt Münster aufgearbeitet.

Vergleichend wurden auch gelagerte Tiermehlchargen mikrobiologisch untersucht. Weiterhin wurden Tupferproben an Oberflächen der Lager- und Transportbehälter gewonnen.
Zur Ermittlung des Schadstoffgehaltes wurden in TKH die Schwermetalle Cadmium und Blei polarographisch sowie Organochlorbiozide gaschromatographisch geprüft. Vergleichend wurden auch Tiermehl- und Tierfettchargen untersucht. Mögliche Anreicherungen an Organochlorbioziden in Muskulatur und Rückenspeck der Masttiere wurden außerdem geprüft.

Auf das Vorhandensein antibakteriell wirksamer Substanzen wurde mit einem Agardiffusions-Lochtest in Anlehnung an den Hemmstofftest nach Anlage 4 der Ausführungsbestimmungen A (AB.A) zum Fleischbeschaugesetz (FlBG) untersucht. Zusätzlich wurde die Thermostabilität einiger Antibiotika/Chemotherapeutika im Rahmen eines Modellversuches unter Sterilisationsbedingungen geprüft.

Die Tiergesundheit wurde durch Erfassung klinischer Symptome erkrankter und der Abgangsursachen bei Tierverlusten, visuelle Beurteilung der Kotkonsistenz, der Akzeptanz des Flüssigfutters und Ermittlung der täglichen Zunahmen der Mastschweine sowie durch pathologisch-anatomische Untersuchungen verendeter und geschlachteter Tiere überprüft.

Die substantielle Beschaffenheit des Schweinefleisches wurde mit Hilfe der physikalischen Fleischqualitätsparameter pH-Wert, Rigor und Wasserbindungsvermögen sowie durch sensorische Bewertung von mit Mikrowelle gegarten Filetproben und ausschmelzenden Rückenspeckproben mittels Triangeltest, gekoppelt mit einer bewertenden Prüfung, erfaßt. Zusätzlich wurde das Fettsäuremuster des Rückenspeckes gaschromatographisch bestimmt.

Die beiden wichtigsten Inhaltsstoffe in TKH waren Rohprotein (Ø 14,4%) und Rohfett (Ø 9,6%) mit maximal 10 % Abweichung nach Standardisierung des Produktionsprozesses. Weitere Inhaltsstoffe waren Rohfaser = Ø 1 %, Rohasche = Ø 2,4 %, stickstoffreie Extraktstoffe = Ø 0,5 %, Calcium = Ø 0,5 %, Phosphor = Ø 0,34 % und Natrium = Ø 0,17 % in der ursprünglichen Substanz. Methionin und Cystin erwiesen sich als unterbilanziert. Die Fettsäurezusammensetzung der Rohfettfraktion entsprach den vom DLG-Arbeitskreis für Futterfette gestellten Anforderungen und glich im wesentlichen der eines Schweinepotfettes.

Im Herstellerbetrieb konnten regelmäßig Clostridien (bis 10^4 /g) der apathogenen Arten, Cl. paraputrificum, Cl. sporogenes, Cl. bifermentans, nachgewiesen werden. Diese waren aber auch in gelagerten Tiermehlchargen in entsprechender Größenordnung auffindbar. Nach dem Transport zum Tierhalterbetrieb bestand die Rekontaminationsflora vornehmlich aus Laktobazillen ($\bar{x}$ = 6.15 (log 10/g) in Betrieb I; $\bar{x}$ = 6.84 in Betrieb II), wenn dem Homogenisat Propionsäure (0,4 % bzw. 1 %) zugesetzt worden war. Zudem waren die schon zuvor ermittelten Clostridienarten in ähnlicher Größenordnung enthalten. Bei den nicht konservierten Chargen traten zusätzlich Pseudomonadaceae ($\bar{x}$ = 4.1) auf. Sporadisch konnten außerdem bei konservierten und nicht konservierten Chargen nach Lagerung Bazillen, Enterobacteriaceae, Hefen und Pilze in geringen Anteilen (Bazillen: $\bar{x}$ = 3.16) nachgewiesen werden. Salmonellen konnten in keiner Charge isoliert werden. Eine Desinfektion der Lager- und Transportbehälter vor Neubeschickung bewirkte keinen Einfluß auf die Art der Keimflora oder den Keimgehalt bei konservierten Chargen.

Die Gehalte an Schwermetallen (Cadmium, Blei) sowie an Organochlorbioziden lagen weit unterhalb der in der Futtermittelverordnung für Tiermehl genannten Grenzwerte und waren mit den Werten, die gleichzeitig in gelagerten Tiermehlchargen ermittelt wurden, vergleichbar.

Bei 11 von 15 untersuchten TKH-Chargen zeigten sich antibakterielle Wirkungen im Agargellochtest. Diese positiven Hemmstoffreaktionen konnten in Modellversuchen auf freie Fettsäuren (Öl- bzw. Linolsäure) zurückgeführt werden. Im Modellversuch wurde die Thermostabilität der gängigsten Antibiotika/Chemotherapeutika unter Sterilisationsbedingungen geprüft und ein möglicher Einfluß aus dem Endprodukt ausgeschlossen .

Die Tierverluste (Gesamtausfälle) betrugen 2,5 % (Betrieb I) bzw. 2,6 % (Betrieb II), wobei die häufigsten Abgangsursachen Gliedmaßen- und Skeletterkrankungen sowie Magen-Darmerkrankungen darstellten. Sie lagen somit in vergleichbaren Größenordnungen von Erzeugerringergebnissen. Die pathologisch-anatomischen Befunde lieferten keine Hinweise auf Organschädigungen nach Verfütterung des Tierkörperhomogenisates.

Die substantielle Fleischqualität zeigte bei 3,5 % der Versuchstiere PSE-Charakter . Bei einer Kontrollgruppe waren es 2,9 %. In einigen Mastbetrieben wurde vom Tierhalter eine Verbesserung der zuvor erzielten Fleischqualität nach Einsatz des TKH erkannt, die auch von der weiterverarbeitenden Industrie bestätigt wurde. Eine solche Tendenz kann nur in weiteren Untersuchungen überprüft werden.
Nach Verfütterung des TKH war eine leichte Zunahme des Anteils ungesättigter Fettsäuren im Rückenspeck zu verzeichnen. Besonders die Öl- und Linolsäuregehalte waren angestiegen (Versuchstiere: Ø 53,0 % der Gesamtfettsäuren; Kontrolltiere: Ø 46,8 %). Dieses bewirkte jedoch keine nachteiligen Veränderungen des Rückenspecks.
Der höhere Fettgehalt der Futterration verursachte keine spezielle Schadstoffbelastung des Tierorganismus durch chlorierte Kohlenwasserstoffe. Die Organochlorbiozidgehalte der Schlachttierkörper unterschritten weit die in der Höchstmengenverordnung-tierische Lebensmittel tolerierten Maximalwerte.

Hemmstoffe in Muskulatur- und Organproben der Versuchstiere waren im Hemmstofftest nicht nachweisbar.

In sensorischen Prüfungen mit Muskulatur und Rückenspeck wurden Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrolltierproben zu erkennen geglaubt. Sie waren jedoch nicht signifikant und wurden ebenso innerhalb eines Probenkollektivs, das nur Kontrolltierproben enthielt, festgestellt.
In der Tierkörperbeseitigungsanstalt ließen sich bereits bei der Verarbeitung von ca. 30 % der Gesamtrohwarenmenge zu Tierkörperhomogenisat die Energiekosten um ca. 25 % senken. Die weiteren Einsparungen in Bezug auf Maschinenkosten, Personalaufwand, Abwasserbeseitigung und Abluftreinigung scheinen in ähnlicher Größenordnung zu liegen und müßten in weiteren Betriebsanalysen ermittelt werden.

Bei Einsatz richtig eingestellter Tierkörperhomogenisate in der Schweinemast sind also eine gesundheitliche Beeinträchtigung der Masttiere, nachteilige Auswirkungen auf die substantielle und sensorische Fleischqualität sowie eine Belastung mit Rückständen im Vergleich zu üblich gefütterten Mastschweinen nicht gegeben. Der Herstellungsprozeß sowie der Transport und die Lagerhaltung des TKH sind bei Berücksichtigung normaler hygienischer und technischer Maßnahmen unbedenklich.

Eine Konservierung mit mindestens 0,4 % Propionsäure nach Herstellung sollte als hygienische Sicherungsmaßnahme dienen. Die Produktion und die Vorratshaltung in der Tierkörperbeseitigungsanstalt, die Lagerungsbedingungen in den Abnehmerbetrieben, sowie die regelmäßige Reinigung und gegebenenfalls eine Desinfektion von Fahrzeugen und Betriebseinrichtungen sollten durch wiederholte tierärztliche Kontrollen überwacht werden.
Über die mögliche Bezeichnung dieses Produktes als "Tierkörperhomogenisat (TKH)" oder "Flüssigkonfiskat" bzw. "Tierkörpersubstrat-flüssig (TSF)" kann noch diskutiert werden. Der Begriff "Futtersuppe" ist weniger angezeigt.

Unter ökonomischen und umwelthygienischen Gesichtspunkten stehen diesem alternativen Verfahren zur Ausnutzung von Futterreserven keine Bedenken entgegen. Es lassen sich im Gegenteil Vorteile erkennen.

F. SUMMARY

A liquid homogenous material rich in fat occurs in rendering plants after the raw material has been processed. This raw material consists to a small degree of animal carcasses and to a larger degree of slaughter waste surplus. The liquid homogenous material is usually processed further to animal meal and animal fat. In order to economize on energy costs and to reduce the amount of emission and sewerage, this homogenous material is used in pig feeding stuffs as a fodder component after part of the liquid fat has been removed. The German abbreviation for this substance ist T.K.H. This initially took place in the county of Steinfurt in two experimental plants with the special permission of the Department of Agriculture, Dusseldorf, and from December 1983 in a greater number and from July 1984 in a total of 13 pig farms with approximately 10,000 pigs.

The possible application of this liquid homogenous material will be examined in this experiment with regard to the following points:
(1) The nutritious content and the standardization of nutritious ingredients by pre selection of the raw material components involved (2) The microbiological condition of the stored material in the production plant as well as at the pig farm with and without the useage of propionic acid as a preservative (3) The amount of harmful substances and the presence of antibacterial effective substances in the liquid homogenous material and in the slaughtered carcass (4) The influence on the health of the feeding animals (5) The effect on the condition of carcass (6) Examination of technical feeding processes and economic advantages.

The Liquid Homogenous Material (T.K.H.) was produced according to a special formula developed in the rendering plant consisting of 30 % carcass and 70 % offal in accordance with German Law. After cutting up, the raw material was heated to 133 degrees.
Subsequently part of the fat was collected by a draining off process. Afterwards the product was cut up once more and then put in storage.

At the time of delivery to the Pig Farms the temperature of the liquid homogenous material was on the average 90° C (s = ± 4,2). During three days of storage in insulated containers the temperature fell to an average of 43°C with s = ± 9,5 (Plant I) or 24,6°C with s = ± 5,7 (Plant II). In the course of the individual examinations from July 1982 - November 1983 a total of 17 groups for experimental purposes with 4,847 pigs (Pig Farm I : 3,737 animals = 13 groups, Pig Farm II : 1,110 animals = 4 groups) were fed with a liquid fodder consisting of approximately 15 % T.K.H. and alternating balanced feeding stuffs, or example, skim milk, soya beans, old bread,manioka and a corn cob mixture. This liquid feed was offered to the pigs 7 - 10 days after they were put into sties at an average weight of 27,3 kilos liveweight (Farm I) or 27,5 kilos (Farm II). The liquid feed was readily accepted by the pigs and no irregularities in their feeding habits were observed. In putting together their rations an isoenergetic exchange between fat and carbohydrates takes place. The average daily increase in weight of all the tested animals was 602 gramms in Farm I and 613 gramms in Farm II. After an average feeding period of 130 days (Farm I) or 136 days (Farm II) the pigs were brought to the city abattoir, or to a meat factor for slaughter.

The nutritious examinations were concerned with the usual feed analysis and in particular with acid solution of the protein fraction. The success of the standardization of the nutritious content was pursued with regard to the two most important ingredients, crude protein and crude fat in 71 in the inspected lots at the rendering plant. In addition, the acid pattern of the raw fat fraction (n = 14) was gaschromagraphically analysed.

The microbiological phased checks dealt with all the essential germ groups in aeroic and unaeroic cultivation. For this purpose tests were carried out on 17 of the inspected lots at the rendering plant, 28 from Farm I and on 25 from Farm II which had been in storage for three days. The T.K.H. was tested and a few hours later was processed in the State Veterinary Institute in Münster. To compare results the stored animal meal lots were microbiologically examined.Furthermore swap specimens were taken from the surface of the transport and storage containers.

To determine the degree of harmful content the heavy metal cadmium and lead were polargraphically and the organchlorbiocides gaschromatically tested in the rendering plants. To compare results animal meal and animal fat lots were examined. Possible concentrations of organchlor-biocides in muscles in the back bacon fat of the pigs were studied. In conjunction with the inhibition tests as laid down by German Law an agardiffusionshole test to determine the presence of antibacterial effective substances was carried out. In addition the heat inactivation of some antibiotics and chemotherapeutics was examined in a test experiment under sterilized conditions.

The health of the animals was examined, registration took place of all sickness symptoms and the cause of death in cases of animal losses. The pigs'manure droppings were visually observed, their intake of the liquid feed and their daily increase in weight of the pigs was registered, the pathological and anatomic examination of dead and slaughtered pigs were checked.

The substantial condition of the pork was registered with the help of the meat quality meter (pH value). The rigidity and water binding concentration of the pork as well as the sensor value of fillet specimens after being microwave cooked was registered. In addition the back bacon fat was melted and examined by means of the Triangle test combined with a quality inspection. Furthermore the acid fat pattern was determined gaschromatically.

The most important ingredients in T.K.H. were crude protein (Ø 14,4%) and crude fat (Ø 9,6%) with 10 % maximum deviation after the standardization of the production process. Further ingredients were crude fibre = Ø 1%, crude ashe = Ø 2,4%, nitrogen extract = Ø 0,5%, calcium = Ø 0,5%, phosphorous = Ø 0,34% and sodium = Ø 0,17% in the original substance. Methionine and Cystine were found to be underbalanced. The fat acid configuration for the curde fat acid corresponded to the German norms and compared in essentials to a pig's depot fat.

On the production farm regular tests showed a clostridia up to 10^4 gr of the apathogen types, Cl. paraputrificum, Cl. sporogenes, Cl. bifermentans. This was also found to the same extent in the stored animal meal lots. After the transport to the Farm the recontamination flora consisted principally out of lactobacteria ($\bar{x}$ = 6.15 (log 10/g) in Farm I; $\bar{x}$ = 6.84 in Farm II). This occurred when propionicacid (0.4% or 1%) was added to the T.K.H. Furthermore the clostridia types which had already been registered were found available to the same extent. In the lots which had not been preserved additional Pseudomonadaceae ($\bar{x}$ = 4.1) appeared. After being stored Bacillus Species, enterobacteria yeast and fungi were found sporadically. Salmonella could not be detected in any of the lots. A disinfection of the storage and transport containers before being moved showed no effect on the germ flora or on the germ content of the preserved lots.
The amount of heavy metal, cadmium and lead, als well as organchlorbiocides lay well below the above mentioned values and corresponded to the values in the animal meal lots which were stored at the same period.

Antibacterial effects were registered in the Agargel hole test in 11 of the 15 T.K.H. lots which were examined. These positive inhibition reactions could be traced in experimental tests back to the free fat acids (linolic acid and oleic acid). In experimental tests the heat inactivation of the most well known Antibiotics/Chemotherapeutics were examined under sterilized conditions and a possible effect on the end product was ruled out.

The animal losses (grand total) were 2,5% (Farm I) or 2,6% (Farm II) and the most common cause of death were found to be limb and skeleton illnesses as well as stomach/intestine illnesses. In this respect they corresponded to the losses on other large Producers' farms. The pathological and anatomic examinations showed no evidence of organic damage after feeding with T.K.H.

The meat quality showed by 3,5% of the tested animals a P.S.E. standard. By control groups it was 2,9%.

In some farms the animal owners registered an improvement of the meat quality after the use of the T.K.H. This improvement was also confirmed by the meat processing industry. This trend can only be tested by further examinations.
After feeding the T.K.H. a slight increase in the unsatureted fatty acids in back bacon was registered. In particular, the oleic and linolic acids were higher (tested animals: Ø 53.0% of the total of fat acids. Checked animals : Ø 46.8%) This however, proved to have no negative effects on the back bacon.

The heavy fat content of the feeding rations caused no special harmful effect on the animal organism through chlorhydrocarbon. The organchlorbiocide content of the slaughtered animal bodies was well below the highest allowed amount permitted under German Food Law.
Inhibition substances were not found in the muscles and in the organs of the animals in the test.

In sensor examinations of muscles and back bacon fat, differences between the test and the checked specimens were thought to have been recognized. However, they didn't prove to be significant and in fact occurred also during an examination of checked specimens.
In the rendering plant the energy costs were reduced by 25% by processing 30% of the total raw material into liquid homogenous material. Further savings with regard to machines, Personnel costs, the costs for sewerage and air filter cleaning maintenance seemed to be of a similar dimersion and need to be determined by means of a special factory costs analysis.

Therefore where the liquid homogenous material (T.K.H.) is properly applied no deterioration in the health of the animals, nor a negative influence of the substance of sensor quality meat compared with conventional pig feeding methods seems to be the case. Furthermore the manufacturing process of T.K.H. and the transport and storage don't seem to present problems under normal hygiene and technical conditions.

A preservation process using at least 0,4% propionic acid after manufacture would appear necessary. Veterinary control institutions should inspect regularly the production and the storage in the rendering plant, the storage conditions in the farms using the material and the regular cleaning and if necessary a disinfection of the transport vehicles and farm facilities.

There are no misgivings with regard to this alternative process to achieve maximum exploitation of feeding reserves either from the environmental point of view or from an economic standpoint. On the contrary, the advantages are evident.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. G. Reuter für die Überlassung des Themas und seine stets freundlich gewährte Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herzlich danken möchte ich auch Herrn Dr. Hennings, Ltd. Veterinärdirektor des Kreises Steinfurt, für seine Anregung zu diesem Thema, seine vorbildliche Organisation zur Beschaffung des umfangreichen Untersuchungsmaterials und zur technischen Durchführung der vielfältigen Untersuchungen.

Herrn Dr. Münker, Leiter des Staatlichen Veterinäruntersuchungsamtes Münster, danke ich für die gebotenen Arbeitsmöglichkeiten sowie für die freundliche Aufnahme.

Herrn Musiol, Geschäftsführer der Tiermehlfabrik Mettingen, danke ich für die stets kooperative Zusammenarbeit.

Herrn H. Bode, Wirtschaftsberater der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, danke ich für seine fütterungstechnische Beratung der an diesem Feldversuch beteiligten Tierhalter.

Ebenso danke ich allen Mitarbeitern der Fachrichtung Fleischhygiene, die mir bei der Fertigstellung der Arbeit behilflich waren.

H. LITERATURVERZEICHNIS

AMTSBERG, G., BISPING, W., SUKHON, S. N., MATTHIESEN, I. & P. KRABISCH

Untersuchungen zum Vorkommen und zur pathogenen Bedeutung von Clostridium perfringens Typ A beim Schwein

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 89, 409 - 414 (1976)

AMTSBERG, G., BISPING, W., KRABISCH, P. & I. MATTHIESEN

Zum Vorkommen und zur pathogenen Bedeutung von Clostridium perfringens beim Kalb. 1. Mitt.: Quantitative bakteriologische Untersuchungen zum Clostridium perfringens-Keimgehalt im Kot und Darminhalt von gesunden Kälbern

Zbl. Vet. Med. B, 24, 104 - 113 (1977)

ANTHONY, W. B.

Animal waste value - nutrient recovery and utilization

J. Anim. Sci. 32, 799 - 802 (1975)

BAYLEY, H. S. & D. LEWIS

The use of fat in pig rations

J. Agric. Sci. 61, 121 - 125 (1963

BERSCHAUER, F., EHRENSVÄRD, U. & K.-H. MENKE

Einfluß der Fettzufuhr und der Fettsäurezusammensetzung auf Mast- und Schlachtleistung sowie auf Parameter des Protein- und Lipidstoffwechsels beim Schwein

Fette-Seifen-Anstrichmittel 82, 70 - 76 (1980)

BERSCHAUER, F. & J. RUPP

Einsatzmöglichkeiten von Fetten in der Ferkelaufzucht und Schweinemast

Übers. Tierernähr. 8, 1 - 36 (1980)

BISPING, W., BERNS, H., JÄNECKE, E., ANDERSEN, I. B., SONNENSCHEIN, B. & K. G. WÄCHTER

Untersuchungen über die Rekontamination von Tierkörpermehlen durch Salmonellen

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 195 - 197 (1981)

BLOCHER, J. C. & F. F. BUSTA

Constituents of media for recovery of sporeformers from foods

Arch. Lebensmittelhyg. 33, 138 - 142 (1982)

BOCK, H. D., KRAMP, J. & J. WÜNSCHE

Über den Ergänzungswert von Futterhefe und Federmehlprotein

Jahrb. Tierernähr. u. Fütterung 6, 541 (1967/68)

BONGERT, J.

Die Gewinnung von Ersatzfuttermitteln aus Tierkadavern, Schlachthofkonfiskaten und Schlachtabfällen auf Grund der Bundesratsverordnung vom 29. Juni 1916 und der Allgemeinen Verfügung des Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten vom 22. Juli 1916

Z. Fleisch- und Milchhyg. 27, 289 - 309 (1917)

BRAUN, S.

Perchloräthylen - eine Zwischenbilanz

Fleischmehlindustrie 33, 125 - 133 (1981)

ders.

Übertragungsversuche (carry-over) mit Perchloräthylen zur Festlegung von Grenzwerten in Futtermitteln

Fleischmehlindustrie 33, 272 - 276 (1981)

ders.

Erster Fortbildungskursus für Amtstierärzte

Fleischmehlindustrie 34, 216 - 223 (1982)

ders.

Welche Auswirkungen hat eine Verordnung nach § 16.2 TierKBG auf die Betriebe der Fleischmehlindustrie?

Fleischmehlindustrie 35, 25 - 36 (1983)

ders.

Risiken hinsichtlich giftiger chemischer Rückstände bei der Verarbeitung von tierischen Nebenprodukten; gibt es diese Gefahr auch in der Bundesrepublik?

Fleischmehlindustrie 36, 86 - 91 (1984)

BRÜGGEMEIER, U.

400 Schweine im Stall - keiner will sie haben

top agrar 5, 182 (1984)

BRUNNER, M.

Verarbeitung und Verwertung von Schlachtblut und Knochen

Übers. Tierernähr. 6, 180 - 181 (1978)

BÜRGER, H.-J.

Parasitologische Risiken bei der Verfütterung getrockneter oder silierter Schlachtabfälle

Übers. Tierernähr. 6, 184 - 188 (1978)

BUGDOL, G. & H. SCHRÖDER

Untersuchungen über die Zusammensetzung und Futterwirkung von Panseninhalt

Jahrb. Tierernähr. u. Fütterung 6, 245 - 255 (1967/68)

BUGL, G.

Bakteriologische Untersuchungen in Tierkörperbeseitigungsanstalten unter besonderer Berücksichtigung der Clostridien

Vet. Med. Diss., Hannover (1977)

BUNTENKÖTTER, S.

Rückstandsbelastung von Tierkörpermehlen und Tierkörperfetten

Tagung der Fachgruppe "Tierseuchenrecht" der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Berlin (1975)

CATTANEO, P., D'AUBERY, S. & C. CANTONI

Attività biocida di acidi organici (Ac. propionico, Ac. formico e Ac. acetico) controle Salmonelle

Arch. Vet. Ital. 30, (1 - 2), 33 - 45 (1979)
Ref. Fleischmehlindustrie 33, 276 - 277 (1981)

CHRISTENSEN, K. D.

Die Jodzahl des Rückenspecks im Verhältnis zu der Qualität des Futterfettes, dem Alter der Schweine und dem Verfettungsgrad bei Schweinen Dänischer Landrasse

Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 18, 61 - 68 (1963)

COENEN, M.

Untersuchungen zum Einsatz von flüssigem Tierkörperhomogenisat
2. Mitteilung: Einsatz von Tierkörperhomogenisat in der Schweinemast

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 97, 316 - 321 (1984)

CRÖSSMANN, G. & W. EGELS

Untersuchungen über Schwermetallgehalte in Einzelfuttermitteln
1. Mitteilung: Blei

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 82, 273 - 275 (1975)

dies.

Untersuchungen über Cadmiumgehalte in Einzelfuttermitteln

Land. Forschg.

DAKIC, M. & M. PERIC

Einfluß der Erhitzung bei + 70° C, + 80° C, + 90° C und 100° C auf die biologische Aktivität der Antibiotika Tetracyclin und Oxytetracyclinhydrochlorid

Technologija mesa 13, 319 (1972)
Ref. Fleischwirtschaft 53, 1461 (1973)

DAVIES, R. L.

Bloodmeal - a useful Protein

The Pig Farmer 5, 659 - 662 (1978)
zitiert nach MAYER, H. in Die Fleischmehlindustrie 33, 140 - 141 (1981)

DROCHNER, W.

Herstellung und Futterwert von Federmehlen

Übers. Tierernähr. 6, 174 - 178 (1978)

ELTER, B. & E. SCHARNER

Zum Vorkommen von Clostridium perfringens bei gesunden Schlachtrindern

Z. Ges. Hyg. 14, 766 - 768 (1968)

ERBERSDOBLER, H.

Proteinqualität von Tiermehlen in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren

Schlachten und Vermarkten 1, 5 - 8 (1979)

FERRIN, E. F.

Dried paunch contents an a supplement to tankage and sojabeanoilmeal in pig rationa

J. Anim. Sci. 5, 407 (1946)

FLATSCHER, J. & H. WILLINGER

Bakterien- und Pilzkeimzahlen in Futtermitteln

Wien. tierärztl. Mschr. 68, 282 - 284 (1981)

FOSTER, J. W. & E. S. WYNNE

Physiological studies on spore germination, with special reference of Clostridium botulinum

J. Bact. 55, 495 - 501 (1948)

FROBISH, L. T., HAYS, V. W., SPEER, V. C. & R. V. EWAN

Effect on fat source on pancreatic lipase activity and specificity and performance of baby pigs

J. Anim. Sci. 30, 197 - 202 (1971)

FÜRST, A. & F. BERSCHAUER

Die Fleischqualität beim Schwein
Teil II: Einfluß der Fütterung auf die Fleischqualität

Übers. Tierernähr. 9, 145 - 176 (1981)

GRATZL, E. & H. KÖHLER

Spezielle Pathologie und Therapie der Geflügelkrankheiten

F. Enke Verlag, Stuttgart (1968)

GRAU, R.

Einflüsse auf die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Fleisches
in SCHORMÜLLER, J. : Handbuch der Lebensmittelchemie

Verlag J. Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1968)

GREENWOOD, B. D. & P. T. SPEAKMAN

Use of proteolytic enzymes in structural investigations of wool keratin

Nature 204, (1964)

GRUHN, K.,GRÜHN, M. & K. JEROCH

Gehalt an Rohnährstoffen, Aminosäuren, einigen Mineralstoffen und Vitaminen in Schlachtabfällen bei Rind und Schwein

Tierzucht 29, 363 - 366 (1975)

GRUHN, K., VOIGT, C. & G. LEHNERT

Bestimmung der Proteinverdaulichkeit von druckautoklavierten Hühnerfedern an Broilern und Mastschweinen

Mh. Vet.-Med. 30, 230 - 234 (1975)

GRUHN, K., JAHREIS, G. & A. MÜLLER

Die Verdaulichkeit von Rohprotein und Rohfett sowie N-Verwertung bei Verfütterung von alkalisch aufgeschlossenen Federn und Tierkörpermehl an kolostomierten Legehennen

Arch. Tierernähr. 27, 635 (1977)

GRUHN, K. & R. ZANDER

Technische und chemische Bearbeitung von Schweineborsten und Hühnerfedern zur Gewinnung proteinreicher Futtermittel

Tierzucht 31, 374 (1977)

GRUHN, K & P. RAU

Untersuchungen zum Futterwert und Einsatz verschiedener Anteile von Schweineborsten- und Tierkörpermehl in Schweinemastrationen

Mh. Vet.-Med. 34, 404 - 408 (1979)

GRUHN, K., RAU, P. & F. SCHÖNE

Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Aminosäuren eines getrockneten Gemisches aus zerkleinerten Tierkörpern und Borsten bei Schweinen

Mh. Vet.-Med. 35, 264 - 267 (1980)

GRUHN, K. & H. GRAF

Verdaulichkeit von Rohprotein, basischen und schwefelhaltigen Aminosäuren des Borsten- und Tierkörpermehles bei Legehennen

Fleisch 35, 195 - 197 (1981)

GRUHN, K.

Ergebnisse zum Futterwert und Einsatz verschiedener Sekundärrohstoffe mit hohem Eiweißgehalt in der Schweinefütterung

Mh. Vet.-Med. 37, 401 - 405 (1982)

HAHN, G., LINDFELD, C.-A., HILBURG, W., SONNENSCHEIN, B., FLASSHOFF, F.-G. & W. BISPING

Hygienische Untersuchungen zur Kontrolle des Sterilisationsprozesses in Tierkörperbeseitigungsanstalten
1. Mitteilung: Hygienische Untersuchungen in einer nach dem Anderson-Verfahren arbeitenden Tierkörperbeseitigungsanstalt

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 22 - 26 (1977)

HAMM, R.

Kolloidchemie des Fleisches

Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg (1972)

HÄUSSERMANN, E.

Prüfung von Schnellmethoden zur Erkennung abweichender Fleischqualität beim Schwein bei der amtlichen tierärztlichen Fleischuntersuchung

Vet. med. Diss., FU Berlin (1984/1985)

HOPP, P.

Die Fütterung des Mastschweines
5. Ist das 100-Tage-Schwein machbar? - Ergebnisse eines Praxisversuches

BM LWK Schleswig-Holstein Nr. 301, 15 - 24 (1980)

HUNZICKER, J.

Informationsbroschüre zum System Hunzicker-Food-Recycling

Herausgegeben anläßlich der Ausstellung "Huhn & Schwein" Hannover, 1977

IONOVA, I.

Die Thermostabilität der Antibiotika Tetracyclin und Oxytetracyclin während der Hitzebehandlung von Geflügelfleisch

Vet. med. Nauki 8, H. 10, (1972) bulg.
Ref. Fleischwirtschaft 53, 1461 (1973)

KAMPHUES, J.

Untersuchungen über Konservierungsmöglichkeiten und Futterwert (Zusammensetzung, Akzeptanz, Verdaulichkeit) des Mageninhaltes von Schlachttieren (Rd., Schw.)

Vet. Med. Diss., Hannover (1980)

KEMPF, G. & O. PIETZSCH

Salmonellen im Tierkörpermehl

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 189 - 194 (1981)

KEULDER, H. F., PREEZ, J. & H. STINDT

Digestibility of lysine, histidine and arginine in with-fish meal and carcass meal

Agroanimalia 8, 63 (1976)

KHAN, M. & M. KATAMAY

Antagonistic effect of fatty acids against Salmonella in meat and bone meal

Appl. Microbiol. 17, 402 - 404 (1969)

KIEHN, H.-J., KROLL, E., POPPE, S. & K. ZINKE

Überblick über die Produktion von Eiweißmischsilage

Fleisch 36, 190 - 193 (1982)

KLING, M. & W. WÖHLBIER

Handelsfuttermittel Bd. I

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (1977)

KNAPSTEIN, H.

Die Kontamination von Einzel- und Handelsfuttermitteln mit chlorierten Kohlenwasserstoffpestiziden

Kraftfutter 58, 86 (1975)

KODICEK, F.

The effect of unsaturated fatty acids on grampositive bacteria

Symp. Soc. Exp. Biol. 3, 217 - 232 (1949)

KÖHLER, B. & E. HÖRNICKE

Bakteriologische und toxikologische Untersuchung von Eiweißmischsilage und hygienische Bewertung der Befunde

Mh. Vet.-Med. 38, 32 - 37 (1983)

KOLB, E. & O. PIETZSCH

Abschlußbericht des Forschungsvorhabens "Salmonellen - Dekontamination von Futtermitteln durch Zusatz von Propionsäure" 1979 - 1981

Bundesgesundheitsamt, Institut für Veterinärmedizin, Berlin 1981

KRIPPL, J.

Über die Möglichkeiten des Einsatzes von Schlachtfetten in der Schweinemast

Kraftfutter 48, 108 - 112 (1965)

KÜHNE, D., FREUDENREICH, P., RISTIC, M. & J. SCHEPER

Zusammensetzung der Fette bei verschiedenen Tierarten

Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Nr. 84, 5959 - 5964 (1984)

LANGE, S. & O.-R. KAADEN

Zur Tenazität tierpathogener Viren in Schlachtabfällen im Hinblick auf die Seuchenhygiene

Übers. Tierernähr. 6, 192 - 195 (1978)

LÜCK, H., KOHN, R. & W. SAUMWEBER

Veränderungen von Schweinefett durch Verfütterung Rindertalg enthaltenden Kraftfutters

Fette-Seifen-Anstrichmittel 66, 132 - 139 (1964)

LUKASS, H.

Untersuchungen über die Auswirkungen der Erhitzung antibiotischer Reinsubstanzen und Antibiotika in Organ- und Fleischproben normal geschlachteter Kälber auf die biologische Aktivität im mikrobiologischen Hemmstofftest

Vet. Med. Diss., Hannover (1971)

LURCH, C. H.

Wirtschaftliche Abfallverwertung

Fleischmehlindustrie 34, 178 - 181 (1982)

ders.

Jahresbericht des Verbandes der Fleischmehlindustrie September 1982 - September 1983

Fleischmehlindustrie 35, 221 - 226 (1983)

MAYER, H.

Zum Vorkommen von Rotlaufbakterien in Futtermitteln tierischer Herkunft

Fleischmehlindustrie 34, 108 - 110 (1982)

ders.

Vorkommen und Bedeutung von Aluminium im Tiermehl und anderen von Tieren stammenden Eiweißfuttermitteln

Tierärztl. Umschau 38, 875 - 882 (1983)

ders.

Salmonella - Dekontamination von Futtermitteln durch Zusatz von Propionsäure 1979 - 1981

Fleischmehlindustrie 35, 53 - 58 (1983)

ders.

Botulismus und Tierkörperbeseitigung

Arch. Lebensmittelhyg. 34, 104 - 106 (1983)

MAYER, H., WEISS, H.-E. & N. NASSAL

Abschlußbericht des Forschungsvorhabens "Salmonellen - Dekontamination von Futtermitteln durch Zusatz von Propionsäure" 1979 - 1981

Bundesgesundheitsamt, Institut für Veterinärmedizin, Berlin 1981

MEADE, R. J.

Influence of processing on availability of amino acids from animal proteins

Proc. 40th Minnesota Nutrition Conference 17. - 18. Sept. pp. 135 - 153
Ref. Fleischmehlindustrie 33, 227 (1981)

MELTON, S. L., AMIRI, M., DAVIS, G. W. & W. R. BACKUS

J. Animal. Sci. 55, 77 (1982)
Ref. Fleischwirtschaft 63, 408 (1983)

METTE, H.

Das Vorkommen von Clostridien in Produkten von Tierkörperbeseitigungsanstalten mit einem Beitrag zur Eignung von Selektivnährböden zum Clostridiennachweis

Vet. med. Diss., Hannover (1980)

MEYER, H. & K. BRONSCH

Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung

Verlag Sprungmann, Hannover (1977)

MEYER, E. & H. KIEHN

Bakteriologische Untersuchungen von Eiweißmischsilage und deren effektiver Einsatz in der Tierproduktion

Arch. Tierernähr. 29, 751 - 761 (1979)

MEYER, H. & M. COENEN

Untersuchungen zum Einsatz von flüssigem Tierkörperhomogenisat 1. Mitteilung: Zusammensetzung und Verdaulichkeit beim Schwein

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 97, 271 - 279 (1984)

MOLNAR, S. & V. CUPKA

Vergleichende Untersuchungen über die Fettsäurezusammensetzung einiger Organe in verschiedenen Entwicklungsstadien beim Schwein

Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 23, 269 - 276 (1969)

MOLNAR, S., TER MEULEN, U. & H. ROSENOW

Untersuchungen über die Beeinflussung der Fettsäuremuster der Organlipide des wachsenden Schweines nach 5-wöchiger Zufütterung von Kokos-, Palmkern-, Soja-, und Rapsöl

Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 29, 196 - 204 (1972)

MOON, F. E. & N. VARLEY

The utilization of rumen contents an animal fodder

Vet. Rec. 54, 359 - 360 (1942)

MORTENSEN, H. P., MADSEN, A., BEJERHOLM, C. & P. BARTON

Fedt og fedtsyrer til slagtesvin

540 Beretning Statens Husdyrbrugs Forsøg, København, 3 - 48 (1983)
zitiert nach HARTFIEL, W. in Die Fleischmehlindustrie 36, 110 - 118 (1984)

MOYLE, A. I.

Salmonellae in rendering plant by-products

J. Am vet. med. Ass. 149, 1172 - 1176 (1966)

NILSSON, R. & C. RYDIN

A new method of ensiling foodstuffs and feedstuffs of vegetable and animal origin

Enzymologia 29, 126 - 142 (1965)

NITSCHIPORUK, W. S.

Das Vorkommen von Clostridium perfringens in der Muskulatur und den inneren Organen von Schlachttieren

Veterinaija 44, 94 (1968)
Ref. Fleischwirtschaft 50, 839 (1970)

OSLAGE, H.-J., PETERSEN, U. & A. SEHER

Ernährungsphysiologische Wirkung unterschiedlicher Gemische von Öl-, Linol- und Linolensäure bei wachsenden Schweinen
1. Einfluß auf Wachstum, Futterverwertung und Schlachtkörperzusammensetzung der Tiere

Fette-Seifen-Anstrichmittel 85, 177 - 184 (1983)

PICHNARCIK, J., WENZEL, S. & W. GISSKE

Beitrag zur Methodik des Hemmstoffnachweises in Organen und Muskulatur von Schlachttieren

Arch. Lebensmittelhyg. 20, 272 - 279 (1969)

PILET, C. & B. TOMA

Etude sur la thermostabilité de quelques antibiotiques

Rec. méd. vét. 145, 897 - 910 (1969)

PLATH,

Fütterung von Schweinen mit Panseninhalt und Schlachtabfällen

Z. Fleisch-Milchhyg. 25, 228 - 229 (1915)

POPPE, S., HACKl, W., SCHLAGE, M. & H.-J. KIEHN

Zur Herstellung und zum Einsatz von Eiweißmischsilage

Tierzucht 29, 490 (1975)

PRABUCKI, A. L.

Über die Veränderungen des Fettsäuremusters im Fett monogastrischer Tiere bei unterschiedlichem Polyensäuregehalt

Schweiz. Landw. Mhefte 49, 116 - 122 (1971)

ders.

Handelsfuttermittel Bd. I

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (1977)

PROST, E. & J. BOJARSKI

Untersuchungen zur Klärung von Bedenken bei Herstellung von Tierfutter aus Schlachtabfällen

Fleischwirtschaft 48, 454 - 457 (1968)

REUTER, G.

Verfahren zur Erkennung von Fleischqualitätsabweichungen bei Schlachttierkörpern

Fleischwirtschaft 62, 1153 - 1160 (1982)

RIEDINGER, O., STRAUCH, D. & R. BÖHM

Die Abtötung von pathogenen und nichtpathogenen Sporenbildnern bei der Hitzesterilisation von Schlachtabfällen

Zbl. Vet. Med., Reihe B, 22, 860-865 (1975)

RIEDINGER, O.

Untersuchungen über die aus hygienischen Gründen erforderliche Hitzebehandlung bei der Herstellung von Tiermehl in Dampfdruckanlagen, unter besonderer Berücksichtigung der Proteinschädigung durch Dampfdruckerhitzung

Agr. wiss. Diss., Hohenheim (1980)

ders.

Möglichkeiten und Grenzen bei der Verfütterung und Lagerung tierischer Abfälle ohne Trocknung und Entfettung

Fleischmehlindustrie 34, 18 - 20 (1982)

ROLLE, M. & A. MAYR

Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre

F. Enke Verlag, Stuttgart (1978)

RUHRMANN, A. & B. PETERSEN

Alternative Verfahren der Verwertung von Schlachtnebenprodukten und deren Einsatz in der Tierernährung

Fleischmehlindustrie 35, 214 - 216 (1983)

SALLMANN, H.-P.

Lipidanalysen in Geweben fettgefütterter und unterschiedlich gehaltener Miniaturschweine

Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 29, 115 - 120 (1972)

SCHEPER, J.

Zusammenhänge zwischen ausgewählten Merkmalen des Schlachtkörpers und der Fleischbeschaffenheit beim Schwein

Fleischwirtschaft 62, 1062 - 1070 (1982)

SCHIEMANN, R., NEHRING, K., HOFFMANN, L., JENTSCH, W. & A. CHUDY

Energetische Futterbewertung und Energienormen

VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin (1971)

SCHLAGE, M., POPPE, S., CHRISTEN, J. & R. SCHUSTER

Zum Einsatz von Eiweißmischsilage in der Mastschweinefütterung

Tierzucht 30, 362 (1976)

SCHMITTEN, F.

So können Sie züchterisch die Fleischqualität verbessern

top agrar 6, 136 - 140 (1983)

SCHNEIDER, K.

Fortschrittliche Rückgewinnungstechnologie in der Tierkörperbeseitigung

Fleischmehlindustrie 33, 263 - 264 (1981)

SCHOENEN, T.

Informationsbroschüre zum System Euro-Food-Recycling

Herausgegeben anläßlich der Ausstellung "Huhn & Schwein" Hannover, 1979

v. SCHOTHORST, M.

Nachweis und Identifizierung einiger Antibiotika bei Schlachttieren

Fleischwirtschaft 50, 1085 - 1087 (1970)

SCHRÖDER, J., KALLWEIT, E. & E. WERHAN

Beitrag zur Frage des Einflusses von Futteraufnahmevermögen und Nährstoffkonzentration im Futter auf den Wachstumsverlauf beim Schwein

Züchtungskunde 45, 375 - 391 (1973)

SCHÜNEMANN, CH.

Verdaulichkeit von Panseninhalt und Luzernegrünmehl und ihr Futterwert in Kombination mit fettreichen Schlachtabfällen beim Schwein

Vet. Med. Diss., Hannover (1983)

SCHULZ, W.

Erfahrungen mit der Frischverfütterung des Panseninhaltes an Mastschweine

Fleisch 30, 184 (1976)

SEHATA, O., SALWA, M. & H. AMOY

Biological evaluation of offal proteins in beef cattle

3 rd. World congress of animal feeding
21. - 27. Oktober 1978, Madrid, Spanien

zitiert nach SCHÜNEMANN, CH. (1983)

SEHER, A., ASSMANN, G., WERNER, G. & H. J. OSLAGE

Ernährungsphysiologische Wirkung unterschiedlicher Gemische von Öl-, Linol- und Linolensäure bei wachsenden Schweinen

2. Einfluß auf Depotfette und Blutlipide

Fette-Seifen-Anstrichmittel 85, 215 - 219 (1983)

SHAHANI, K. M., GOULD, I. A., WEISSER, H. H. & W. L. SLATTER

Stability of small concentrations of Penicillin in milk as affected by heat treatment and storage

J. Dairy Sci. 39, 971 - 977 (1956)

SHAHANI, K. M.

The effect of heat and storage on the stability of Aureomycin in milk, buffer and water

J. Dairy Sci. 40, 289 - 296 (1957)

SHEU, C. W. & E. FREESE

Effects of fatty acids on growth and envelope proteins of Bacillus subtilis

J. Bact. III, 516 - 524 (1972)

SKOVGAARD, N.

Mikrobiologische Risiken bei der Verfütterung getrockneter oder silierter Schlachtabfälle

Übers. Tierernähr. 6, 188 - 192 (1978)

ders.

Hygienische Probleme bei der Herstellung und Verwertung von Fleisch- und Knochenmehl sowie Silage aus tierischem Rohmaterial

Zbl. Bakt. Hyg. I. Orig B 170, 328 - 336 (1980)

SLINGER, S. J., PEPPER, W. F. & D. C. HILL

The use of keratin products in poultry rations

Poultry Sci. 34, 919

SONNENSCHEIN, B.

Clostridium botulinum
in BLOBEL, H. & T. SCHIESSER : Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren, Bd. II

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1980)

STAHLHEIM, O. H. V. & J. B. WILSON

Cultivation of leptospirae
II.: Growth and lysis in synthetic media

J. Bact. 88, 55 - 59 (1964)

STIEWE, H.

Magermilchmäster verdienten 10 DM mehr am Schwein

top agrar 7, 24 - 26 (1983)

STRAUCH, D.

Die Tierkörperbeseitigung im Abfallwirtschaftsprogramm 1975 der Bundesrepublik Deutschland mit Hinweisen zur Praxis der amtstierärztlichen Überwachung und betrieblichen Eigenkontrolle in Tierkörperbeseitigungsanstalten

Zbl. Bakt. Hyg. I. Org B 170, 342 - 350 (1980)

THIEMANN, G. & H. WILLINGER

Bakteriologisch-hygienische Stufenkontrolle in Tierverwertungsanstalten

Zbl. Bakt. Hyg. I. Org B 170, 297 - 303 (1980)

TITTINGER, F.

Studies on the contamination of products by rendering plants

Can. J. Comp. Med. Vet. Sci. 35, 167 - 173 (1971)

TROEGER, K.

Untersuchungen über mögliche Einflüsse auf die hygienische und substantielle Beschaffenheit des Fleisches beim Einsatz von industriell getrocknetem Legehennenkot in der Rindermast

Vet. med. Diss., FU Berlin (1983)

UGUR, M.

Das Verhalten antibiotisch wirksamer Rückstände im Fleisch nach Hitze- und Gefrierbehandlung mit Untersuchungen über die Brauchbarkeit verschiedener Teststämme im Agardiffusionstest

Vet. med. Diss., FU Berlin (1975)

UNGLAUB, W. & K. WETTKE

Zur Frage der Beeinflussung von Ergebnissen des Allgemeinen Hemmstofftestes durch Kupfer und Zink

Schlachten und Vermarkten 75, 377 - 379 (1975)

UNSEHLM, J., KALLWEIT, E., SCHRÖDER, J. & W. SCHUTZBAR

Einflüsse extremer Unterschiede in der Nährstoffversorgung auf Mastleistung und Ausschlachtungsbefunde bei Schweinen der Deutschen Landrasse

Züchtungskunde 46, 131 - 138 (1974)

VANSELOW, U.

Zur Verwertung und Bedeutung der Schlachtnebenprodukte

Agr. wiss. Diss., München-Weihenstephan (1970)

VANSTADEN, J. J., VANDERMADE, H. N. & E. JORDAN

The controll of bacterial contamination in carcass meal with propionic acid

J. Vet. Res. 47, 77 - 82 (1980)
Ref. Fleischmehlindustrie 33, 276 (1981)

VEITH, U. & G. von LENGERKEN

Einfluß unterschiedlicher Transport- und Schlachtbedingungen auf die Fleischqualität von Schweinen aus der Linienzucht und Schlußfolgerungen für die züchterische Selektion

Tierzucht 33, 87 - 89 (1979)

VISINESCU, N. & F. SACHELARIE

Effect of partial substitution of protein by ruminal content and urea upon pig fattening

zitiert nach KAMPHUES, J. (1980)

WALLMEN, A. & R. BURR

Die Nutzbarmachung von Panseninhalt für Futterzwecke

Tierzucht 20, 432 - 435 (1966)

WENK, C., PFIRTER, H. P. & A. SCHÜRCH

Zur Energie- und Proteinversorgung des Mastschweines

Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 36, 249 - 266 (1976)

WENS, H.-M.

Art und Menge der bei der Schlachtung anfallenden Nebenprodukte und ihre hygienische Verwertung

Zbl. Bakt. Hyg. I. Org B 170, 226 - 233 (1980)

WERNERY, U. & TH. ZIMMERMANN

Vergleichende quantitative Untersuchungen zum Nachweis subletal geschädigter Salmonellen in Tierkörpermehlen

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 14 - 16 (1981)

WICHMANN, H.

Verfahrenssysteme und Verarbeitungsverfahren zur Verwertung von Tierkörpern sowie Schlacht- und Lebensmittelabfällen

Zbl. Bakt. Hyg. I. Org B 170, 262 - 286 (1980)

WILSON, R. K., SHEMAN, W. & M. F. MAGUIRE

Observations on the ensilage and feeding to sheep of partially dewatered rumen contents

Proc. Nutr. Soc. 35, 17 A - 18 A

WOLLMAN, F.

Qualitative und quantitative bakteriologische Untersuchungen von Produkten aus Tierkörperbeseitigungsanstalten

Vet. Med. Diss., Hannover (1981)

WOLTERSDORF, W. & U. SCHMIDT

Verhalten von Antibiotika-Rückständen bei der Verarbeitung von Fleisch und Fleischerzeugnissen

Vortr. Kulmbacher Woche, Okt. 1973

WOODBURN, M. J., SOMERS, E., RODRGUEZ, J. & E. J. SCHANTZ

Inaktivierung im Botulinumtoxinen in sauren und schwachsauren Lebensmitteln und Puffersystemen im pH-Bereich zwischen 4,1 und 6,8 (engl.)

J. Food Sci. 44, 1658 - 1661 (1979)
zitiert nach MAYER, H. in Arch. Lebensmittelhyg. 34, 104 - 106 (1983)

ZIMMERMANN, TH. & U. WERNERY

Untersuchungen zum Nachweis durch Hitzebehandlung subletal geschädigter Salmonellen

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 92, 441 - 445 (1979)

ZUCKER, H.

Moderne Tierproduktion und Fleischqualität

Fleischwirtschaft 62, 1050 - 1061 (1982)

N.N. Bundesministerium des Innern

Abfallwirtschaftsprogramm '75 der Bundesregierung

Umweltbrief 13 vom 12.03.1976

N.N. Umweltbundesamt

Materialien zum Abfallwirtschaftsprogramm '75
IX.: Tierische Reststoffe

N.N. Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Münster

Jahresbericht 1981

N.N. II. Warentest - Mastferkel

Broschüre "II. Warentest Mastferkel", herausgegeben von Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Ref. 325 - Schweineproduktion, Postfach 59 25, 4400 Münster

Lebenslauf

Name:	Josef Schulze Wettendorf
Geboren:	16. Mai 1951 in Nordwalde, Kreis Steinfurt
Schulbildung:	1956 - 1960 Volksschule in Nordwalde 1960 - 1969 Gymnasium Augustinianum Greven Abitur: 09. Juni 1969 am Gymnasium Augustinianum, Greven
Studium:	1969 - 1975 Lebensmittelchemie an der WWU - Münster Examen: 08. Oktober 1975 an der WWU - Münster
Wehrdienst:	1976 - 1977 Grundwehrdienst
Studium:	1977 - 1982 Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Hochschule Hannover Tierärztliche Prüfung: 14. Juli 1982
Approbation:	22. Oktober 1982

Seit November 1982 Doktorand am Institut für Fleischhygiene der WE Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene und - technologie der Freien Universität Berlin.

Seit November 1983 Kommunaltierarzt des Kreises Steinfurt.

Offsetdruck · Fotodruck · Hogl · Hauptstraße 109 · 8520 Erlangen · Tel.09131/22990